COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er FÉVRIER 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur l'édicule placé au sommet du mont Blanc;* par M. J. Janssen.

« L'Académie se rappelle qu'au mois d'octobre dernier je l'informais de l'édification, au sommet du mont Blanc, d'une petite cabane destinée à nous instruire sur les dangers qu'une construction pouvait avoir à redouter, soit des intempéries, soit du mouvement des neiges.

» En quittant Chamonix, au mois d'octobre dernier, j'avais laissé à un guide très expérimenté le soin de surveiller cet édicule et, au mois de décembre, il m'en avait donné de bonnes nouvelles, mais voici, à cet égard, des documents beaucoup plus précis et tout récents.

» M. Dunod, fils de l'éditeur bien connu et officier dans l'un de nos bataillons alpins, m'avait fait part de son intention de faire l'ascension du mont Blanc, en janvier. M. Dunod était déjà connu par de difficiles ascensions qu'il avait parfaitement réussies : je ne trouvai donc pas le projet imprudent, surtout s'il était exécuté dans de bonnes conditions comme état de l'atmosphère, guides et outillage.

» Je donnai à M. Dunod un petit programne d'observations à faire au sommet, programme où figurait surtout l'examen minutieux de l'état de la cabane et des mouvements qu'elle avait pu éprouver.

» M. Dunod fit l'ascension avec les deux frères Simond, guides excellents, auxquels s'était joint à ma demande Frédéric Payot, dont la grande expérience devait être, à mes yeux, une nouvelle garantie de succès.

» L'ascension fut favorisée par un temps très beau et réussit complètement. Ces messieurs couchèrent aux Grands-Mulets, dans la cabane-observatoire élevée à ma demande par le Club alpin et construite de concert avec lui. La cabane était en parfait état et les voyageurs se louent beaucoup des séjours d'aller et de retour qu'ils y ont faits.

» Le 21 janvier, nos voyageurs quittaient les Grands-Mulets vers 3^h du matin, montaient par l'arête du Dôme du Goûter et arrivaient à $9^h 50^m$ à la cabane-observatoire que M. Vallot a fait ériger aux Bosses du Dromadaire. Là ils trouvaient une température de — 20°. Cet abri leur fut précieux pour se réconforter.

» Ils en partaient à $11^h 45^m$ pour monter au sommet, où ils arrivaient vers 2^h de l'après-midi.

» Au sommet, la température était de — 21° à — 22°.

» M. Dunod se mit en devoir de prendre la densité de la neige à 1^m au-dessous de la surface, par le procédé très simple que je lui avais indiqué. Il la trouva égale à 0,46, c'est-à-dire presque égale à la moitié de la densité de l'eau. A 12^m de profondeur, la densité de la neige de la galerie a une densité (d'après mes mesures) très légèrement plus forte, ce qui montre que la densité de la neige au sommet augmente peu avec la profondeur. J'aurai à revenir sur les conséquences de ces faits.

» Quant à la cabane, ces messieurs la trouvèrent en très bon état. La neige n'avait même pas pénétré dans l'intérieur, et le niveau extérieur de cette neige a paru être sensiblement le même qu'au moment de l'érection.

» Au moment de cette érection, j'avais donné à M. Payot un niveau à bulle d'air qu'on avait placé sur les arêtes des poutres intérieures dans

deux sens perpendiculaires et bien repérés. Or, cette même opération, répétée par nos voyageurs, ne leur a pas montré de mouvements appréciables. Dans le sens est-ouest, c'est-à-dire de la plus grande dimension de l'édicule, la bulle semblait indiquer, dit M. Dunod, un très léger déplacement, mais si faible que la pression du doigt pouvait le faire disparaître.

» Si l'on songe aux intempéries que l'édicule a dû supporter pendant ces quatre derniers mois et au jeu que les pièces de bois ont pu prendre sous ces influences, on en doit conclure que rien n'autorise à admettre un mouvement quelconque dû aux neiges elles-mêmes.

» J'ai toujours pensé que l'épaisseur de la croûte glacée qui recouvre les rochers du sommet et détermine la forme de celui-ci doit avoir atteint depuis bien longtemps un état stationnaire. Les petites variations qu'il présente sont liées aux changements des conditions météorologiques de l'année, mais ne dépassent pas une faible amplitude. Il y a sans doute aussi des variations séculaires, mais plus faibles encore.

» Une construction érigée au sommet, si elle est installée de manière à résister aux vents, n'aura donc à compter qu'avec de très faibles mouvements.

» Les constatations dont je viens de parler étant terminées, ces messieurs redescendirent du sommet et allèrent passer la nuit aux Grands-Mulets.

» Le lendemain matin ils étaient de retour à Chamonix en excellente santé.

» Comme circonstance remarquable, je dirai que j'étais informé à Meudon de l'arrivée de nos voyageurs au sommet, moins de deux heures après le moment même où ils y mettaient le pied. M. Coutet, qui surveillait l'ascension de Chamonix, avec une bonne lunette, me télégraphia de suite l'heureux événement.

» En résumé, je suis persuadé que l'Académie verra avec satisfaction les résultats intéressants de cette courageuse ascension, qui fait le plus grand honneur à l'officier distingué qui l'a exécutée et aux guides qui l'ont assisté. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Boileau.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Considère obtient . . . . 46 suffrages.
M. Vallier » . . . . 2 »

M. **Considère**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le Dr **C.-J.-A. Leroy** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 16 décembre 1889 et inscrit sous le nº 4486.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note intitulée : « Méthode pour construire des objectifs aplanétiques, d'ouverture aussi grande que l'on veut, en employant exclusivement des surfaces sphériques ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart.)

M. **Genevée** demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui le 18 janvier 1892 et inscrit sous le nº 4757.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient un Mémoire sur les lois de la formation et des mouvements des corps, et sur leur application à la formation du système solaire.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen.)

M. le Dr **Sandras** adresse une Note « Sur les altérations de la voix produites par les inhalations d'eau de laurier-cerise, le cyanure de potassium, etc. ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. **Ivison y O'Neale** adresse une Note relative à la conservation et au plâtrage des vins.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La deuxième Partie du tome II (Optique géométrique), du « Cours de Physique » publié par M. *J. Violle;*

2° Le Rapport triennal sur le musée Merciologique dirigé par M. *G.-G. Arnaudon,* à Turin.

M. **J. Bertrand** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Souillagouët*, intitulé : « Tables du point auxiliaire, pour trouver rapidement la hauteur et l'azimut estimés ». (Présenté par M. de Jonquières.)

En présentant cet Ouvrage, M. de Jonquières fait observer que de notables perfectionnements ont été, depuis une cinquantaine d'années, apportés au calcul du *point*, à la mer, par l'emploi, longtemps négligé, de la méthode de Lalande, avec application (successivement) des procédés Sumner, Pagel et Marcq-Saint-Hilaire. M. Souillagouët, considérant que le procédé Marcq-Saint-Hilaire rend le résultat plus indépendant des angles sous lesquels les courbes dites *de hauteur* coupent le parallèle de l'observateur, et que l'approximation obtenue est plus grande qu'avec les autres procédés, a calculé et réuni en un Volume, des Tables qui réduisent le calcul à la recherche d'un seul nombre et qui donnent ainsi une solution très rapide du problème du point.

M. l'amiral **Mouchez** fait hommage à l'Académie d'un nouveau volume des « Annales de l'Observatoire de Paris », contenant les Observations de 1884.

M. **L. Weineck** adresse, de Prague, une photographie du cratère *Petavius* de la Lune, obtenue sur le mont Hamilton (Californie).

M. **Beauregard** adresse ses remerciements à l'Académie, pour le prix Bordin qui a été décerné à son Mémoire sur l'anatomie comparée de l'oreille.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et des facules solaires, faites à l'equatorial Brunner* ($0^m,16$) *de l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième semestre de l'année* 1891. Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. E. Mascart.

« Ces observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, de juillet à décembre 1891, sont résumées dans les Tableaux qui suivent. Le premier de ces Tableaux se rapporte aux taches et donne, dans ses colonnes consécutives, le nombre proportionnel des jours sans taches pour chaque mois, les dates extrêmes d'observation de chaque groupe de taches, les latitudes moyennes de ces groupes, et enfin leurs surfaces moyennes exprimées en millionièmes de l'aire de l'hémisphère visible. Le deuxième Tableau, relatif aux facules (c'est-à-dire aux régions d'activité comprenant soit des facules seules, soit des facules et des taches), donne, pour chaque mois, la distribution de ces régions dans des zones de 10° jusqu'à ± 40° de latitude et dans les deux calottes polaires de ± 40° à ± 90°, leur nombre total par hémisphère et pour l'ensemble des deux hémisphères, et leur surface totale en millièmes de l'hémisphère (ramenée, comme celle des taches, au centre du disque).

» D'après le premier Tableau, il y a eu, pendant le deuxième semestre de 1891, 101 groupes de taches avec une surface totale de 7997 millionièmes de l'hémisphère ; le premier semestre avait donné 65 groupes et une surface de 3517 millionièmes : l'activité solaire a donc continué à augmenter assez rapidement. Notons d'ailleurs que, durant ces six mois, il n'y a eu aucun jour d'observation où le Soleil se soit montré sans taches.

» Les taches sont restées plus nombreuses dans l'hémisphère nord (69 groupes) que dans l'hémisphère sud (32) ; quant à leurs latitudes, elles ont continué à diminuer progressivement : 55 groupes, en effet, sont compris entre les latitudes ± 10° et ± 20°, 41 entre ± 20° et ± 30° et seulement 2 entre ± 30° et ± 40° ; d'autre part, nous trouvons trois groupes dans la zone équatoriale de — 10° à + 10°.

Tableau I. — *Taches.*

Juill. 1891..	0,00	29- 8		+28	5
		1- 6	—32		1
		1-10		+19	197
		6-16		+22	318
		8-18		+15	231
		10-20		+23	173
		10	—23		1
		13	—17		6
		13	—27		17
		13-25		+20	431
		13-25		+20	138
		20-24		+14	86
		18-23	—15		2
		18-29		+15	27
		20-25	—23		13
		23-25	—24		37
		23-25		+19	10
		1	—17		3
					1696
Août......	0,00	27- 1		+15	22
		4		+15	3
		4- 5		+22	2
		27- 1	—16		7
		1- 8	—18		205
		1-11		+18	14
		4-14	—18		180
		4-14		+24	218
		4-14		+16	142
		8		+14	3
		10-14		+20	6
		13		+25	2
		14-17		+24	52
		17	—11		3
		17-26		+13	56
		21-22		+18	5
		22		+16	2
		21-27		+15	28
		25-26	—20		2
		25-27	—17		5
					957
Sept.......	0,00	31-10		+20	928
		31-12		+24	320
		31-11		+14	91
		2-15		+27	100
		3-12		+11	66
		12		+18	1
		10-21		+14	305
		12-21		+22	274
		15	—34		3
		15-24	—23		183
		19-21		+18	2
		21-28	—23		6
		25-28		+18	6
		24- 3		+22	181
		28- 1		+23	3
					2469
Octobre ...	0,00	1		+20	1
		28- 6		+14	12
		28- 8	—26		63
		8-10	—25		8
		28-10		+25	80
		3- 6		+15	4
		1-10		+18	163
		3-10	—15		485
		6-10		+22	6
		14		+18	9
		14		+16	56
		8-19		+12	73
		14-23		+15	132
		19-22	—19		7
		22-31		+22	80
		29		+16	1
					1180
Novembre .	0,00	29- 6		+20	14
		29- 7		+25	42
		2- 9		+19	
		6		+25	1
		6	—19		1
		7-12		+26	20
		2-12		+11	26
		12		+10	2
		10		+15	3
		10	— 9		3
		14	—19		3
		12		+ 8	1
		12-19		+16	38
		14-19	—19		21
		18-19	—20		318
		19		+ 4	4
		18-29		+21	185
		29-30		+19	66
					748
Décembre..	0,00	29-30		+18	21
		7		+23	4
		7		+26	6
		7		+30	1
		7-12	—17		14
		11	—20		2
		11	—20		1
		12-23	—19		419
		17-19		+17	7
		19-23		+27	218
		21-23	—26		44
		2		+20	78?
		2- 5		+28	75
		2- 5	—23	57	57
					947

Tableau II. — *Facules.*

	Sud.						Nord.							
	90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Som.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	Nombr.	Totaux.	Surfaces.
Juillet 1891..	»	1	4	4	»	9	»	6	6	»	1	13	22	38,2
Août........	1	1	4	5	»	11	»	6	5	2	2	15	26	40,5
Septembre...	1	1	7	2	»	11	»	6	6	2	3	17	28	51,3
Octobre.....	»	»	4	3	»	7	»	9	9	»	1	19	26	49,6
Novembre...	»	»	4	4	1	9	2	7	5	1	»	15	24	39,2
Décembre...	1	»	6	4	»	11	1	5	7	1	»	14	25	50,0
Totaux....	3	3	29	22	1	58	3	39	38	6	7	93	151	268,8

» Pour les facules, les nombres de groupes compris dans les zones de $\pm 10^\circ$ à $\pm 20^\circ$ et de $\pm 20^\circ$ à $\pm 30^\circ$ sont devenus sensiblement égaux, et il n'y a plus qu'un très petit nombre de groupes dont les latitudes soient supérieures à 30°; mais, d'autre part, le nombre des groupes compris dans la zone équatoriale n'a pas augmenté, pendant les six derniers mois de 1891; la diminution des latitudes est donc moins nette, pour les facules que pour les taches.

» L'hémisphère nord renferme au total 93 régions d'activité, tandis que l'hémisphère sud n'en comprend que 59; ainsi la prédominance du premier est devenue aussi nette pour les facules que pour les taches.

» Les surfaces totales mensuelles des groupes de facules ont continué à croître irrégulièrement de juillet à décembre; il y a eu, en septembre, un maximum relatif, en novembre un minimum relatif, qui, l'un et l'autre, se retrouvent dans les surfaces mensuelles des taches; mais on constate dans ces dernières, en juillet, un maximum bien net qui n'a pas de correspondant dans les surfaces des facules.

» Pour les six mois de juillet à décembre 1891, la surface totale des groupes de facules est de 268,8 millièmes de l'hémisphère, alors qu'elle était de 136,3 millièmes pour les six premiers mois de l'année. Quant au nombre des groupes (152), il n'a que faiblement augmenté (131 de janvier à juin), et l'on peut en conclure que l'augmentation de l'activité solaire consiste surtout en un accroissement progressif de l'étendue des régions d'activité et en une production de plus en plus fréquente des taches au sein de ces régions. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Régions tempérées; conditions locales de persistance des courants atmosphériques; courants dérivés; origine et translation de certains mouvements cycloniques*. Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

« 1. Écrivons les équations du mouvement d'un point matériel par rapport à la Terre, en prenant pour axes la verticale Oz du point où passe actuellement le mobile, la tangente Ot, et la normale vers la droite, On, à la projection de la trajectoire sur le plan horizontal. Soient T, N, $Z - g$ les composantes de la force motrice physique; v, w les composantes horizontale et verticale de la vitesse ($v > 0$); α l'angle, positif vers l'est, de la vitesse horizontale avec le méridien vers le nord; R le rayon de courbure de la projection horizontale de la trajectoire, positif lorsque le centre est à droite; λ la latitude; ω la vitesse angulaire de la Terre.

$$\frac{dw}{dt} = Z - g + 2\omega\cos\lambda . v\sin\alpha, \qquad \frac{dv}{dt} = T - 2\omega\cos\lambda . w\sin\alpha,$$

$$\frac{v^2}{R} = N + 2\omega\sin\lambda . v - 2\omega\cos\lambda . w\cos\alpha.$$

» Occupons-nous du cas, très général, où la vitesse verticale w est très petite par rapport à la vitesse horizontale, et peut être négligée dans la dernière équation; hémisphère Nord, $\sin\lambda > 0$. Pour une force normale donnée N, vers la droite, le rayon de courbure R est positif, et d'autant plus grand que la vitesse est plus grande, sans maximum ni inflexion. Pour les applications météorologiques, le cas où la force N a une valeur donnée négative, c'est-à-dire dirigée vers la gauche, est bien plus intéressant. Le rayon de courbure, nul lorsque la vitesse est nulle, décroît d'abord comme v^2, devient infini négatif (rotation inverse des aiguilles d'une montre) pour $v = \frac{-N}{2\omega\sin\lambda}$, change de signe et continue à décroître jusqu'à la valeur $\frac{-N}{\omega^2\sin^2\lambda}$ (rotation directe) pour $v = \frac{-2N}{2\omega\sin\lambda}$, et recommence à croître indéfiniment.

» Ainsi, pour une valeur donnée de N négative, il y a une trajectoire dont la courbure directe est maximum, et, par suite, à peu près indépendante des variations accidentelles que peut subir la vitesse dans d'assez larges limites, surtout quand ce sont des accroissements de

vitesse, tant que la grandeur composante normale N n'est pas changée. Cette fixité de forme de la trajectoire est fortement atteinte par une diminution de vitesse un peu grande; dans ce cas, le mobile incline sur sa gauche et la trajectoire prend une courbure inverse d'autant plus prononcée que la diminution de vitesse est plus grande.

» 2. Dans l'atmosphère, la trajectoire d'un grand courant aérien aura une forme fixe, de courbure directe (anticyclonique), sensiblement indépendante des variations accidentelles ou locales de vitesse, lorsque les basses pressions se trouveront à gauche de la vitesse, pourvu que la courbure diffère peu de la courbure maximum. Au niveau du sol et à la latitude de 45°, la courbure maximum est *environ* $400 G_n$ kilomètres, et la vitesse correspondante $20 G_n$ mètres par seconde, en appelant G_n la composante normale du gradient en millimètres de mercure par 111 kilomètres. A une altitude où la densité de l'air serait une fraction h de la densité au niveau du sol, il faudrait diviser G_n par h. Ces valeurs montrent que les conditions de fixité de trajectoires peu courbées ne sont jamais remplies au niveau du sol, mais peuvent l'être quelquefois à partir de quelques centaines de mètres d'altitude.

» En général, à l'écart observé des isobares correspondrait une courbure maximum plus prononcée et une vitesse plus grande que celles que l'on observe. Toute augmentation de vitesse aura donc pour effet immédiat de courber les trajectoires vers la droite, et de faire pénétrer un courant dérivé dans l'aire de haute pression; puis, au bout de quelques heures ou de quelques jours, suivant l'importance des mouvements verticaux et des condensations, l'accumulation d'air aura pour conséquence un accroissement de pression à l'avant et à droite, et la trajectoire pourra être assez courbée pour se maintenir quelque temps, jusqu'à ce que la vitesse diminue sensiblement.

» Au contraire, toute diminution de vitesse aura pour effet immédiat de rendre d'abord la trajectoire plus rectiligne, puis de la courber à gauche, et la variation de courbure pour une diminution de vitesse est beaucoup plus grande que pour une augmentation égale ([1]). Au début de ce mou-

---

([1]) Cette diminution de vitesse peut provenir soit d'un excès local de résistance du sol (mouvements cycloniques du golfe de Gascogne quand un courant du sud-ouest aborde l'Espagne et le Portugal), soit d'un accroissement progressif d'amplitude des ondes à la surface de séparation d'un courant et d'une aire de calme, ou de deux courants contigus, soit d'autres causes dont l'analyse détaillée tiendrait ici trop de place.

vement, avant que la distribution de la pression soit sensiblement changée, le gradient moteur T augmente, le gradient directeur N diminue, par suite de la déviation à gauche, le mouvement s'accélère, la courbure diminue, et il en peut résulter soit une onde plus ou moins accentuée, soit la pénétration d'une lame enroulée en spirale inverse (cyclonique) au milieu de l'air situé à sa gauche. L'analyse des mouvements consécutifs et de la formation du cyclone exigerait l'examen rigoureux des conséquences de l'équation de conservation de la matière. Mais on peut déjà dire que, ce mouvement cyclonique résultant du ralentissement local du courant, il se produira en aval une diminution de pression sensible au bout de quelques minutes ou de quelques heures, d'où un ralentissement de la masse d'air située en aval, et par conséquent une propagation en avant des conditions favorables à la déviation à gauche, c'est-à-dire la translation apparente du mouvement cyclonique.

» Dans les régions équatoriales, $\sin\lambda$ est petit, $\cos\lambda$ grand, et la permanence de forme des courants généraux avec des vitesses horizontales modérées est liée à la circulation verticale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension du théorème de Sturm.* Note de M. E. Phragmén, présentée par M. Hermite.

« Le problème de déterminer le nombre des solutions réelles d'un système d'équations algébriques

$$(1) \qquad f_i(x_1, \ldots, x_n) = 0 \qquad (i = 1, \ldots, n)$$

à l'intérieur d'un domaine donné, problème abordé par M. Hermite il y a longtemps (voir *Comptes rendus*, t. XXXV, p. 52, et t. XXXVI, p. 294), a été repris récemment par M. Picard (voir *Comptes rendus*, 7 septembre, 16 novembre, 20 décembre 1891), qui l'a traité du point de vue de la théorie des *caractéristiques* de Kronecker, c'est-à-dire à l'aide d'intégrales définies. Je me propose de montrer, dans cette Note, comment on peut résoudre cette question par des considérations tout à fait élémentaires, qui ne sont au fond, du reste, qu'un développement des idées de M. Hermite.

» D'abord, il est clair qu'on pourra se borner au cas où le domaine donné est limité par un nombre fini de surfaces algébriques; car c'est là, en effet, le seul cas où l'on est sûr de pouvoir résoudre le problème par

un nombre fini d'opérations arithmétiques. Mais, dans ce cas, le problème peut être formulé en ces termes :

» *Calculer, par des opérations arithmétiques, le nombre des solutions réelles différentes du système* (1) *qui donnent un signe convenu à chacune des fonctions rationnelles et entières données*

$$g_k(x_1, \ldots, x_n) \, (k = 1, \ldots, m).$$

» Or cette nouvelle question est facile à résoudre. En effet, si l'on se borne au cas où le système (1) n'a qu'un nombre fini de solutions, on sait qu'on peut, par un procédé d'élimination, déterminer une fonction rationnelle et entière de $x_1, \ldots, x_n$, $z = R(x_1, \ldots, x_n)$, telles que toutes les solutions du système (1) sont données par des expressions

$$x_i = R_i(z) \qquad (i = 1, \ldots, n),$$

où $R_i(z)$ désignent des fonctions rationnelles et entières de z, et que z parcourt toutes les racines réelles d'une certaine équation algébrique $F(z) = 0$ quand $x_1, \ldots, x_n$ parcourent toutes les solutions réelles du système (1). Les valeurs des fonctions $g_k(x_1, \ldots, x_n)$, pour ces solutions, sont données par des fonctions rationnelles et entières en z. Nous avons donc réduit le problème proposé à cet autre :

» *Déterminer par des opérations arithmétiques le nombre des solutions réelles différentes d'une équation algébrique*

$$F(z) = 0, \tag{2}$$

qui donnent un signe convenu à chacune des fonctions rationnelles et entieres données $G_k(z) \, (k = 1, \ldots, m)$.

» Exécutons l'algorithme de Sturm en partant des fonctions $F(z)$ et $G(z)$, $F'(z)$ et en choisissant pour valeurs à substituer $z = -\infty$ et $z = +\infty$. Le nombre des variations perdues donnera la différence entre le nombre de racines réelles différentes de l'équation (2) pour lesquelles $G(z)$ est positif et le nombre de celles pour lesquelles cette fonction a une valeur négative. S'il y a des racines pour lesquelles $G(z)$ est nul, elles ne comptent pas du tout. Nous désignerons le nombre ainsi obtenu par $[G]$. Il est superflu d'insister sur l'identité qui a lieu entre ce symbole et la caractéristique du système $\left[-g\frac{\partial(f_1, \ldots, f_n)}{\partial(x_1, \ldots, x_n)}, f_1, \ldots, f_n\right]$ telle qu'elle a été définie par Kronecker, dans le cas où le système (1) n'a pas de solutions multiples.

» Si $\alpha_1, \ldots, \alpha_m$ désignent l'unité positive ou négative, et que nous employions le symbole $(\alpha_1, \ldots, \alpha_m)$ pour désigner le nombre des racines réelles différentes de l'équation (2) qui donnent, pour $k = 1, \ldots, m$, à $G_k(z)$ le signe de α_k, on obtient facilement cette formule

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} 2^m(\alpha_1, \ldots, \alpha_m) = [1] + \sum_\lambda \alpha_\lambda [G_\lambda] + \sum_{\lambda,\mu} \alpha_\lambda \alpha_\mu [G_\lambda G_\mu] + \ldots \\ + \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m [G_1, G_2, \ldots, G_m], \end{aligned} \right.$$

où les sommes doivent être étendues à toutes les combinaisons d'un, de deux différents, de trois différents, etc. des indices $1, \ldots, m$. En effet, on a évidemment

$$[1] = \sum (\alpha'_1, \ldots, \alpha'_m), \quad [G_\lambda] = \sum \alpha'_\lambda (\alpha'_1, \ldots, \alpha'_m), \quad G_\lambda G_\mu = \sum \alpha'_\lambda \alpha'_\mu (\alpha'_1, \ldots, \alpha'_m), \quad \ldots,$$

où il faut étendre les sommes aux 2^m termes obtenus en faisant

$$\alpha'_k = \pm 1 \quad (k = 1, \ldots, m).$$

Multipliant ces équations par 1, α_λ, $\alpha_\lambda \alpha_\mu$, ..., et faisant la somme, il est visible qu'on obtient la formule (3).

» En effet, on aura pour coefficient de $(\alpha'_1, \ldots, \alpha'_m)$

$$1 + \sum_\lambda \alpha_\lambda \alpha'_\lambda + \sum_{\lambda,\mu} \alpha_\lambda \alpha_\mu \alpha'_\lambda \alpha'_\mu + \ldots = \prod (1 + \alpha_\lambda \alpha'_\lambda).$$

» Avant de finir, il convient d'indiquer en deux mots l'algorithme pour calculer le symbole $[G]$ auquel conduit une méthode très connue de M. Hermite. Désignant par ν le degré de l'équation (2), et par a toutes les racines de cette équation, la forme quadratique à ν indéterminées

$$(4)\qquad \Sigma G(a)(x_0 + x_1 a + \ldots + x_{\nu-1} a^{\nu-1})^2$$

contiendra évidemment, si on la met sous la forme d'un agrégat de carrés réels, un carré positif ou négatif pour chaque racine réelle qui rend $G(a)$ positif ou négatif, et deux carrés, dont l'un est positif et l'autre négatif, pour chaque couple de racines imaginaires conjuguées. Par conséquent, le symbole $[G]$ est égal à la différence entre le nombre des carrés positifs et celui des carrés négatifs. Pour exécuter le calcul, on écrira, avec M. Hermite, au lieu de la forme (4), $\sum G(a) \frac{F(z)}{z-a} \frac{F(z')}{z'-a}$, en convenant de restituer dans le résultat $z_\lambda z_\mu$ au lieu de $z'^\lambda z'^\mu$. Remarquant

que $\frac{z'-z}{(z-a)(z'-a)} = \frac{1}{z-a} - \frac{1}{z'-a}$ et que $F(z)\sum\frac{G(a)}{z-a}$, qui est égal à $G(z)\sum\frac{F(z)}{z-a} - F(z)\sum\frac{G(z)-G(a)}{z-a}$, n'est autre chose que le reste de la division de $F(z)G(z)$ par $F(z)$, et désignant, pour abréger, ce reste par le symbole $[F'(z)G(z)]$, on parvient à cette expression symbolique de la forme quadratique à calculer

$$\frac{F(z')[F'(z)G(z)] - F(z)[F'(z')G(z')]}{z'-z}. \text{ »}$$

M. **Émile Picard** présente, au sujet de cette Communication, les observations suivantes :

« En appliquant la formule générale que j'ai donnée précédemment, pour la détermination du nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées, au cas très particulier considéré par M. Phragmén, on obtient le résultat que signale ce géomètre : c'est ce que j'ai montré pour le cas de deux et de trois variables dans mon Mémoire développé sur cette théorie, Mémoire qui est aujourd'hui complètement imprimé. On y trouvera aussi la démonstration directe de ce résultat, qui est immédiate; l'intéressant article de M. Phragmén sur cette généralisation facile du théorème de Sturm ne renferme donc rien d'essentiellement nouveau. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'appareil de Lavoisier et Laplace pour la mesure de la dilatation linéaire des solides.* Note de M. **E. Grimaux**, présentée par M. Cornu.

« Lavoisier avait projeté, en 1792, de réunir tous les travaux déjà publiés ou encore inédits de sa laborieuse carrière ; ce recueil devait former environ huit volumes. Lavoisier en corrigeait les épreuves pendant sa détention de cinq mois, et, quand il mourut, les feuilles du premier tome, la plupart de celles du deuxième et quelques-unes du quatrième étaient déjà tirées. En 1803, M[me] Lavoisier réunit ces feuilles en deux volumes qui ne furent pas mis dans le commerce, mais furent distribués seulement à des amis personnels ou à des hommes de science; c'est dans ce recueil que parurent pour la première fois les recherches de Lavoisier et Laplace exécutées en 1782.

» Dans leur Mémoire, les auteurs décrivent, avec des lettres de renvoi, l'appareil qu'ils avaient employé, indiquant ainsi qu'il devait être accompagné d'une figure qui n'existe pas dans le recueil. Biot, en rapportant les expériences de Lavoisier et Laplace dans son *Traité de Physique* de 1817, imagina un dessin d'après la description des auteurs et d'après les souvenirs personnels de Laplace et de Mme Lavoisier; cette figure a été reproduite depuis par M. Dumas dans le tome II des *Œuvres de Lavoisier*, et se trouve dans tous les Traités de Physique.

» Je viens de constater que Lavoisier, en même temps qu'il s'occupait de l'impression du recueil de ses Mémoires, avait commencé à faire graver sur cuivre les planches qui devaient les accompagner. J'ai retrouvé ses deux cuivres qui représentent l'appareil employé pour la mesure de la dilatation linéaire; ils sont avant la lettre et l'un d'eux n'est pas terminé.

» Ces cuivres se trouvaient mêlés à d'autres planches ayant servi pour le *Traité de Chimie* ou pour des Mémoires parus dans la collection de l'ancienne Académie des Sciences; c'est pour cela que je n'avais pas, jusqu'à présent, soumis tous ces cuivres à un examen attentif.

» Pensant qu'il y avait un intérêt historique à faire connaître exactement l'appareil dont se sont servis Lavoisier et Laplace, j'ai fait tirer quelques épreuves de ces planches gravées, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité des solutions salines* (¹). Note de M. **Henri Gilbault**, présentée par M. Lippmann.

« Au cours d'un travail sur la variation de la force électromotrice des piles avec la pression, travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans une précédente séance, j'ai été conduit à m'occuper de la compressibilité des solutions salines.

» La méthode que j'ai employée est, à quelques modifications près, celle qu'avait suivie M. Cailletet dans une étude analogue. Des précautions toutes spéciales étaient prises pour débarrasser les solutions des gaz qu'elles contiennent, et pour s'assurer que, pendant toute la durée d'une expérience, la température était la même entre les diverses parties; en outre, tous les résultats ont été obtenus à des températures très voisines,

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

ne différant entre elles que de 0°,1 C. au plus, ce qui permet de comparer les résultats.

» Pour certaines solutions, j'ai effectué plusieurs expériences avec la même liqueur, de façon à avoir des moyennes sûres, ce qui m'a permis de construire des courbes qui m'ont conduit aux lois suivantes :

» 1° A une même température, comprise entre 10° et 35°, les compressibilités des solutions d'un même sel varient d'une façon continue avec la concentration.

» 2° Pour des solutions de faible concentration, la différence entre la compressibilité de l'eau et celle de la solution, quantité que nous appellerons la *compressibilité saline*, est proportionnelle à la concentration, quelles que soient la nature du sel dissous et celle du dissolvant.

» 3° En général, à partir d'une certaine concentration, les compressibilités salines croissent moins rapidement que les quantités de sel dissous, et, si l'on représente les résultats relatifs aux différents sels par des courbes dont les abscisses sont les quantités de sel pour 100 et les ordonnées les compressibilités, toutes ces courbes, après une orientation convenable, sont superposables.

» 4° Les compressibilités des solutions très diluées diminuent, par suite d'une élévation de température; au contraire, les compressibilités des solutions voisines de la saturation augmentent ou diminuent moins que celles des solutions étendues du même sel, par suite, également, d'une élévation de température; en général, il existe une liqueur de concentration moyenne dont la compressibilité n'éprouve pas de variation avec la température.

» 5° Les courbes représentant les compressibilités des solutions d'un même sel pour différentes concentrations ont toujours même forme, à quelque température qu'on opère, pourvu que cette température soit différente de 0°.

» 6° Les courbes étant totales, c'est-à-dire construites jusqu'à leur point de saturation, le rapport qui existe entre la longueur de la partie curviligne et de la partie rectiligne est, pour chaque solution, proportionnel à la contraction que subit le sel lors de sa dissolution en liqueur étendue dans le liquide excipient.

» 7° En dissolvant un même poids d'un même sel dans un même volume de différents dissolvants, on obtient des solutions dont la compressibilité saline est d'autant plus grande que le dissolvant a lui-même une plus grande compressibilité et, pour un même sel, le quotient de la com-

pressibilité saline par la compressibilité du liquide excipient est une constante.

» 8° Le produit de la compressibilité saline des différentes solutions de même acide et de même concentration par l'équivalent du métal du sel dissous n'est pas constant, mais les écarts entre ces produits sont d'autant plus faibles que le résidu halogène de l'acide constituant le sel a un équivalent plus petit.

» 9° (Loi limite). Le produit de la compressibilité saline des solutions de même acide par l'équivalent du métal basique du sel est une constante lorsque le résidu halogène de l'acide du sel a un équivalent nul.

» 10° Le produit de la compressibilité saline des solutions de même métal par l'équivalent du résidu halogène de l'acide n'est pas constant lorsqu'on considère des sels d'acides différents, mais les écarts sont d'autant plus faibles que le métal est d'équivalent plus petit.

» 11° (Loi limite). Le produit de la compressibilité saline des sels de même métal par l'équivalent du résidu halogène de l'acide est une constante lorsque le métal constituant le sel a un équivalent nul.

» 12° Pour des sels quelconques, mais d'équivalent très faible, le produit de la compressibilité saline par l'équivalent du métal et par celui du résidu halogène de l'acide est une quantité constante. »

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes électro-capillaires*. Note de M. Gouy.

« La comparaison des amalgames et du mercure, au point de vue des phénomènes électro-capillaires ([1]), m'a conduit à étudier la loi de ces phénomènes avec le mercure pur et des solutions aqueuses diverses. Dans beaucoup de cas, cette loi reste sensiblement la même, comme l'a montré M. Lippmann, mais seulement pour une certaine catégorie d'électrolytes; en général, on constate des différences plus ou moins sensibles, et assez souvent importantes.

» Considérons, par exemple, deux solutions étendues d'acide sulfurique et d'iodure de potassium, qui se prêtent également bien à des mesures précises, et, avec un même électromètre capillaire, déterminons la loi qui lie la hauteur de la colonne mercurielle à la polarisation du ménisque. En portant en abscisses les polarisations et les hauteurs en ordonnées, nous

---

([1]) *Comptes rendus*, 4 janvier 1892.

aurons, pour l'acide sulfurique, la courbe parabolique bien connue, donnée par M. Lippmann. Avec l'iodure de potassium, nous remarquons que le maximum est moindre (de plusieurs centimètres si la solution n'est pas très étendue); de plus, la partie *anodique* (¹) de la courbe monte bien plus rapidement qu'avec l'acide sulfurique; en d'autres termes, la sensibilité de l'électromètre est plus grande. Il en résulte qu'on ne peut pas, à beaucoup près, faire coïncider ces deux courbes par une translation parallèle aux abscisses, mais *on peut ainsi faire coïncider leurs côtés cathodiques,* à partir d'une petite distance du maximum.

» Si, au lieu d'iodure de potassium, nous faisons usage de sels divers, bromures, chlorures, sulfures, sulfocyanures, etc., nous obtenons des courbes plus ou moins différentes, analogues à celles qui sont figurées plus loin, et qui donnent lieu aux remarques suivantes :

» 1° Les courbes sont peu différentes pour les iodures et l'acide iodhydrique, et de même pour les autres sels; ainsi elles dépendent principalement de l'élément électro-négatif. Les bases, les acides oxygénés et leurs sels montrent des différences moins importantes, et obéissent approximativement à la loi de M. Lippmann.

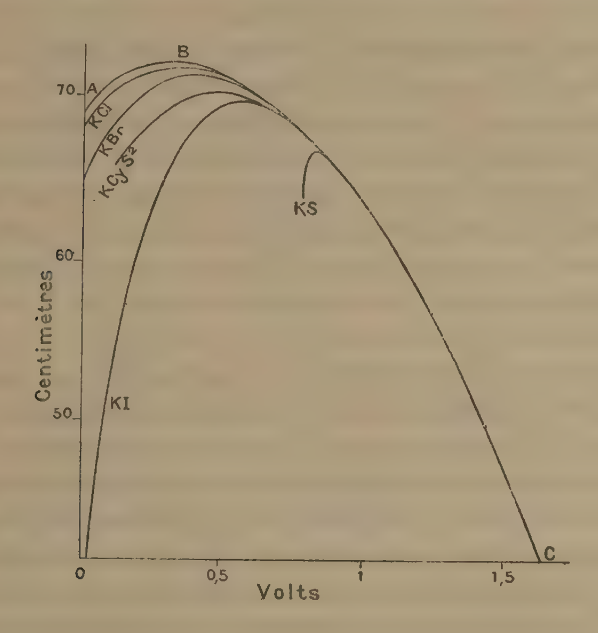
» 2° On peut faire coïncider les côtés cathodiques des courbes par une translation parallèle aux abscisses, comme il a été dit plus haut, sauf pour les solutions très concentrées, où l'on remarque quelques variations d'ordre secondaire.

Les expériences faites avec les mélanges jettent quelque lumière sur ce sujet. Soit une solution L_1 de potasse à $\frac{1}{10}$, qui donne la courbe ABC. Ajoutons à cette solution $\frac{1}{100}$ d'iodure de potassium, et mettons ce liquide L_2 en contact avec le ménisque, tout en laissant le large mercure baigné par la solution pure L_1. Nous constatons que la courbe obtenue (KI), coïncide avec la précédente dans toute la partie cathodique depuis C, s'en détache près de son maximum, et en diffère extrêmement du coté anodique. En employant de même, au lieu de KI, les sels KBr, KCl, KS, $KCyS^2$, on obtient les courbes figurées ici, qui coïncident toutes avec la courbe ABC du côté cathodique et sur une grande étendue (²).

(¹) J'appellerai *anodique* et *cathodique* les côtés de la courbe qui se terminent aux points où, l'électrolyse ayant lieu, le ménisque capillaire joue le rôle d'anode ou de cathode; le côté cathodique correspond donc aux fortes polarisations par l'hydrogène.

(²) Les abscisses représentent, comme tout à l'heure, la différence de potentiel entre le large mercure et le ménisque. Ces expériences donnent des résultats analo-

» Les liquides L_1 et L_2 étant fort peu différents et ne réagissant pas l'un sur l'autre, on peut regarder comme vraisemblable qu'il n'y a pas entre eux de différence sensible de potentiel. Dans cette hypothèse, les abscisses représentent la différence de potentiel au ménisque $Hg|L_2$, à une constante près, qui est la même pour toutes ces courbes. Ainsi la tension superficielle est une fonction de $Hg|L_2$ qui est différente du côté anodique suivant qu'il tend à se former tel ou tel composé de mercure, oxyde, sulfure,



iodure, etc., et qui est la même du côté cathodique, où c'est toujours de l'hydrogène (ou du potassium) qui tend à se dégager. La *tendance à l'électrolyse* paraît donc être le facteur prédominant dans les variations de la tension superficielle, quel que soit, d'ailleurs, le mécanisme moléculaire qui entre en jeu.

» Les phénomènes dont je viens de donner une idée générale paraissent peu favorables à la théorie des couches doubles d'Helmholtz, sous sa forme actuelle ; ainsi, s'il était vrai que le maximum correspondît à $Hg|L_2 = 0$, il faudrait que la différence $L_1|L_2$ fût notable, et, dans un cas, voisine de

gues en employant, au lieu de potasse, un sel neutre (azotate d'ammoniaque) ou de l'acide sulfurique. Dans ce dernier cas, cependant, l'action de l'hydrogène sulfuré est presque entièrement supprimée.

$\frac{1}{2}$ volt, ce qui paraît peu vraisemblable et rendrait incompréhensible la coïncidence des courbes dans la partie cathodique. La dépression du maximum est aussi un fait important, que ne faisait pas prévoir cette théorie. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la mesure optique des temperatures élevées.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai montré antérieurement comment, par l'emploi des couples thermo-électriques, on pouvait très simplement et, en même temps, très exactement mesurer les températures élevées. Cette méthode s'est rapidement répandue dans les laboratoires; elle a même pénétré dans les usines où elle rend de réels services. On ne peut méconnaître cependant que, pour les usages industriels, des appareils de mesure aussi délicats que des galvanomètres ne sont guère convenables; on ne peut songer à les mettre d'une façon courante entre les mains des ouvriers. En outre, l'altération rapide des couples de platine rend leur usage onéreux.

» Aux températures élevées qui sont aujourd'hui produites dans les opérations métallurgiques, il n'y a pas de corps qui n'éprouve une désorganisation rapide. Un seul intermédiaire peut transmettre à l'œil de l'observateur l'état calorifique d'un foyer sans éprouver d'altération: c'est la matière vibrante, l'éther. L'utilisation des radiations des corps incandescents s'impose pour tout pyromètre que l'on veut assez robuste pour le confier à des ouvriers; il faut seulement chercher à compléter l'œil par l'adjonction d'un appareil de mesure qui soit suffisamment précis, tout en restant très simple.

» Des tentatives dans ce sens ont déjà été faites d'abord par M. Crova, plus récemment par MM. Nouël et Mesuré. Ces savants ont cherché à utiliser la variation avec la température des intensités relatives des radiations inégalement réfrangibles. Cette méthode, satisfaisante en théorie, l'est beaucoup moins dans la pratique, en raison de son défaut de sensibilité.

» J'ai cherché, au contraire, à ramener la mesure des températures à celle de l'intensité absolue d'une longueur d'onde déterminée; cette idée avait bien des fois déjà été mise en avant par Pouillet, Becquerel, M. Violle, mais sa réalisation n'avait pas même été tentée. Le grand intérêt de cette méthode est sa sensibilité extrême; l'intensité des radiations varie, en effet, de 1 à 1 000 000 quand la température varie de 600° à 1800°. Mais la

graduation d'un semblable pyromètre n'est pratiquement réalisable que par l'emploi des couples thermo-électriques ; c'est pour cela, sans doute, que ce procédé n'a pas été essayé plus tôt.

» Le photomètre le mieux approprié à de semblables mesures est le photomètre de M. Cornu, modifié de façon à le rendre plus maniable. Les intensités lumineuses sont comparées à celle de la flamme d'une petite lampe à essence de pétrole qui est tarée elle-même par comparaison avec une lampe étalon à l'acétate d'amyle. Un verre rouge placé devant l'oculaire permet de ne faire porter la comparaison que sur des radiations sensiblement monochromatiques, condition indispensable pour obtenir des mesures photométriques un peu exactes.

» En opérant dans ces conditions, on a trouvé, pour l'intensité des régions les plus lumineuses de la zone axiale de quelques sources, exprimée en fonction de l'intensité correspondante de la lampe étalon, les valeurs suivantes :

Acétate. d'amyle.	Essence minérale. Bougie.	Bec Bengel.	Lampe Carcel.	Platine fondant.
1	1,10	0,74	1,9	15

» La principale difficulté dans l'emploi d'un semblable pyromètre provient de ce que l'intensité des radiations émises par un corps incandescent ne dépend pas seulement de sa température, mais aussi de sa nature chimique, de l'état physique de sa surface et de la température de l'enceinte qui l'environne. Dans le cas particulier où il est en équilibre de température avec l'enceinte, condition sensiblement réalisée dans les fours à réverbère, son éclat est fonction de la température seule, et, dans le cas où son pouvoir diffusant est nul (corps noirs), son éclat est indépendant de la température de l'enceinte et ne dépend que de sa température propre. L'oxyde de fer magnétique qui se forme à la surface du fer chauffé à l'air et le carbone remplissent cette dernière condition. Dans tous les autres cas, il faut une graduation spéciale pour chaque corps particulier placé dans des conditions déterminées.

» J'ai fait cette graduation pour un certain nombre de corps chauffés dans la flamme de brûleurs à air et gaz mêlés. On peut admettre, en raison de la transparence de la flamme, qu'on se trouve dans le cas d'un corps chaud placé au milieu d'une enceinte froide. Les résultats obtenus sont exprimés en fonction de l'intensité de la flamme d'acétate d'amyle. L'é-

chelle des températures a été déterminée en prenant comme points fixes :

Soufre.	Or.	Palladium.	Platine.
448	1045	1500	1775

» On remarquera que le rapport du pouvoir émissif de l'oxyde magnétique à celui du platine varie peu avec la température :

Température.	Oxyde magnétique.	Platine.
600	0,00003	0,00001
800	0,003	0,00125
1000	0,08	0,03
1200	0,65	0,26
1400	3,40	1,41
1600	12,6	5,62
1800	39,00	17,00

» Les corps suivants ont, entre 1000° et 1500°, pour les radiations rouges utilisées, un pouvoir émissif voisin de :

Oxyde magnétique de fer et carbone.	Palladium.	Platine mat.	Platine poli et kaolin.	Magnésie.
1	0,5	0,4	0,25	0,10

» Les chiffres relatifs à la magnésie sont assez incertains, par suite de la fissuration inévitable de ce corps. L'éclat des fentes est beaucoup plus intense que celui de la surface, surtout dans les corps à faible pouvoir émissif, parce qu'elles réalisent, dans une certaine mesure, le cas du corps chaud placé au milieu d'une enceinte de même température.

» La graduation donnée pour l'oxyde magnétique dont le pouvoir émissif est égal à l'unité s'applique à tous les corps chauffés dans une enceinte de température uniforme ([1]). »

OPTIQUE. — *Sur l'achromatisme*. Note de M. A. Broca, présentée par M. A. Cornu.

« Quand on considère une lentille composée d'un crown et d'un flint, et qu'on suppose son épaisseur négligeable, on peut calculer le rayon de

---

([1]) Des pyromètres basés sur ce principe sont actuellement en service dans différentes usines à fer de France et de l'étranger.

la surface de séparation, de manière que les foyers relatifs à deux couleurs soient superposés. L'épaisseur étant négligeable, la dispersion des plans principaux le sera aussi, et l'achromatisme parfait sera réalisé pour ces deux couleurs.

» Mais l'étude de l'aplanétisme nous a montré que, pour qu'une lentille eût des points aplanétiques pratiques, il fallait qu'elle eût une épaisseur considérable. Dans ce cas-là, nous aurons besoin d'une équation de plus pour superposer les plans principaux d'un côté. Nous aurons, d'ailleurs, deux paramètres de plus que dans le cas précédent : ce seront les deux épaisseurs. L'un d'eux sera employé pour l'aplanétisme : il nous en restera un, qui nous permettra de superposer les plans principaux d'un côté.

» Nous réalisons ainsi une lentille ayant ses foyers d'un côté, et les plans principaux correspondants superposés pour le jaune et le bleu par exemple. De l'autre côté, les distances focales seront égales, mais il n'y aura pas superposition des éléments cardinaux. Mais, si nous plaçons un objet au foyer achromatique, les images seront à l'infini toutes deux et auront le même diamètre apparent, les distances focales étant égales. Les faisceaux jaune et bleu qui sortiront de l'appareil ne seront pas superposés, mais seront parallèles. Un œil observateur les fera donc converger en un même point de la rétine, si nous supposons l'œil achromatique, ce qui est légitime, puisque nous ne pouvons prétendre perfectionner un instrument au delà de ce que peut donner notre œil.

» C'est un procédé analogue à celui qu'a employé Huygens dans son oculaire, où il donne le même diamètre apparent aux images jaune et bleue.

» Nous étudierons le cas précédent. Tous les auteurs qui se sont occupés de la dispersion ont montré que les indices étaient de la forme $u = l + m\mu + p\mu^2$, où μ est très petit et de la forme $\frac{\varepsilon}{\lambda^2}$, λ^2 étant la longueur d'onde. Les éléments cardinaux du système sont déterminés par rapport aux pôles des surfaces extrêmes par des fonctions de μ, dont nous annulerons la dérivée par rapport à μ. Une étude détaillée des observations montre que le résultat sera tout à fait satisfaisant si l'on remplace les indices, dans cette équation, par ceux d'une couleur convenable intermédiaire au jaune et au bleu.

» Soient Φ la distance focale du système, Ψ l'abscisse de son plan principal total par rapport au pôle de la dernière surface, et soient

$$n_1 = l_1 + m_1\mu + p_1\mu^2 + \ldots, \qquad n_2 = l_2 + m_2\mu + p_2\mu^2 + \ldots$$

les indices; les équations d'achromatisme seront

$$(1) \qquad m_1 \frac{d\Phi}{du_1} + m_2 \frac{d\Phi}{du_2} = 0,$$

$$(2) \qquad m_1 \frac{d\Psi}{du_1} + m_2 \frac{d\Psi}{du_2} = 0.$$

» Les équations obtenues en combinant convenablement (1) et (2) développées contiennent n_1, n_2, m_1, m_2. Pour $n_1 = n_2$ on aura les équations aux valeurs principales, qui permettront de continuer le calcul par approximations successives. Mais quand on pourra prendre n_1 assez voisin de n_2, la première valeur suffira. Les équations principales sont

$$(3) \qquad m_1 \gamma_3 e_1 - m_2 e_2[(u-1)(\gamma_3 - e_1 - e_2) - u_1 \gamma_1] = 0,$$

$$(4) \qquad m_1 \gamma_2 (e_1 + e_2) + (m_2 - m_1) e_2 [u \gamma_1 + (u-1)(e_1 - \gamma_2)] = 0,$$

où e_1, e_2 sont les épaisseurs comptées, e_1 à partir de la première surface, e_2 à partir de la seconde, positivement du côté d'où vient la lumière, et où γ_1, γ_2, γ_3 sont les rayons de courbure comptés des centres.

» Si nous nous donnons $\frac{\gamma_3}{\gamma_1}$ et $\frac{e_1 + e_2}{\gamma_1}$ de manière à rendre aplanétique au point convenable la lentille supposée homogène, la première équation donnera $\frac{e_1}{e_2}$. Posons comme pour la discussion de l'aplanétisme $\frac{\gamma_3}{\gamma_1} = y$, $\frac{e_1 + e_2}{\gamma_1} = -1 + x + y$, nous aurons

$$(5) \qquad \frac{e_1}{e_2} = -\frac{m_2}{m_1} - \frac{1 + (u-1)x}{y},$$

et l'équation (4) donnera γ_2 linéairement.

» Pour que (5) soit admissible, il faut que $\frac{e_1}{e_2} > 0$, donc si A est le sommet de la courbe d'aplanétisme focal, les régions hachées comprendront les lentilles non achromatisables, les régions PP', les lentilles achromatisables.

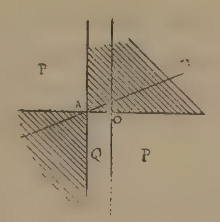
» Si nous renversions la lumière, il faudrait faire le changement $(\gamma_1, -\gamma_3)$, (e_1, e_2), $(\gamma_2, -\gamma_2)$, (u_1, u_2), (m_1, m_2), ce qui donnerait

$$\frac{e_1}{e_2} = -\frac{m_2}{m_1} - \frac{1}{y - (u-1)x}.$$

» Pour que cette solution soit compatible avec la première, il faut que

$\frac{1+(u-1)x}{y} = \frac{1}{y-(u-1)x}$, courbe qui se décompose en l'axe des y et la droite AB, $y=(u-1)x+1$. Puisque cette droite est dans la région non compatible avec (5), les lentilles absolument achromatisables seront situées sur l'axe Oy', et celles-là seules seront parfaitement achromatisables.

» D'ailleurs, la dispersion des plans principaux du côté non achromatisé sera dans un sens en PP′, dans l'autre en Q.



» Cette théorie, jointe à celle de l'aplanétisme, faite précédemment, permet d'employer les lentilles épaisses comme oculaires. Ceci aura un grand avantage, car ces lentilles peuvent être douées d'un foyer aplanétique.

» On pourra de la sorte constituer un microscope (ou un oculaire de lunette astronomique) d'une lentille puissante à foyer aplanétique et achromatique, placée en arrière, et d'un système convergent permettant d'amener une image de l'objet à examiner en coïncidence avec le foyer de cette lentille, qui est toujours situé à l'intérieur du verre. Comme la lentille oculaire pourra être faite très puissante, à cause de son aplanétisme, on pourra ne demander au système convergent, placé en objectif, qu'un faible grossissement.

» Dans ces conditions, il sera commode de prendre pour lentilles frontales des lentilles à points aplanétiques absolus, dont l'emploi sera pratique, puisqu'on n'aura besoin que d'en prendre une ou deux au plus.

» Les rayons de courbure de ces lentilles seront relativement considérables : on pourra donc les construire minces et les achromatiser comme telles. Si elles étaient épaisses, on ne pourrait les construire avec deux milieux seulement, car elles sont situées dans la région du plan non achromatisable.

» Les calculs précédents, sur l'aplanétisme [1] et l'achromatisme, per-

---

[1] *Comptes rendus*, même Tome, p. 168.

mettent donc de réaliser le grossissement par l'oculaire, dans le microscope. »

CHIMIE. — *Sur les azotures de baryum et de strontium.* Note de M. **Maquenne.**

« Dans une précédente Communication, j'ai fait voir que les métaux alcalino-terreux, isolés de leurs chlorures par l'électrolyse, en présence du mercure, fixent directement l'azote gazeux, à la température rouge. Ces combinaisons nouvelles, dont l'une a pu être obtenue cristallisée, se décomposent dans l'eau froide avec dégagement d'ammoniaque, facile à doser; mais leur analyse complète présente quelques difficultés, à cause surtout de la présence, dans l'azoture fondu, d'un excès d'amalgame alcalino-terreux impossible à dissocier entièrement, même à la température de fusion de la fonte. D'autre part, il se produit toujours une attaque des parois de la nacelle où l'on a chauffé l'amalgame, qui vient encore souiller davantage la matière.

» En résumé, lorsqu'on fait passer un courant d'azote, au rouge, sur un amalgame de baryum, de strontium ou de calcium, enfermé dans une nacelle de fer ou de nickel, on obtient un mélange d'azoture alcalino-terreux avec un léger excès du métal correspondant, des particules de fer ou de nickel très divisé, un peu de mercure, et enfin une trace de baryte, de strontiane ou de chaux, qui ont pris naissance par oxydation de l'amalgame en cours des opérations préliminaires, et notamment pendant le temps qu'exige le remplissage de la nacelle et son introduction dans le tube plein d'azote.

» La quantité d'hydrogène qui se dégage lorsqu'on traite ce mélange par l'eau étant éminemment variable, surtout lorsqu'on passe de l'azoture de baryum à l'azoture de strontium, on a admis que ce gaz provient uniquement de la décomposition de l'eau par l'excès d'amalgame non dissocié : l'azoture devenait alors une ammoniaque métallique, qui devait répondre à la formule Az^2M^3, dans laquelle M représente l'un des trois métaux précédemment cités.

» Le dosage de l'ammoniaque et des bases terreuses formées dans la décomposition par l'eau des azotures de baryum et de strontium a confirmé cette manière de voir, avec toute l'exactitude que l'on était en droit d'attendre d'une pareille recherche.

» Déduction faite de la quantité de métal correspondante au volume d'hydrogène recueilli, on a trouvé, dans 100 parties d'azoture de baryum supposé pur :

Baryum............	94,11	94,41	94,03
Azote..............	5,89	5,59	5,97

et dans 100 parties d'azoture de strontium :

Strontium......................	90,04
Azote	9,96

ce qui correspond très sensiblement aux formules Az^2Ba^3 et Az^2Sr^3 qui exigent 6,38 et 9,64 pour 100 d'azote.

» La proportion de fer ou de nickel mélangé à l'azoture dans ces divers essais a varié entre 5 et 8 pour 100 du poids total de la matière brute.

» Les azotures de baryum et de strontium présentent donc la même constitution que l'azoture de magnésium et peuvent être représentés par le schéma

$$\underset{(Sr)}{Ba} = Az - \underset{(Sr)}{Ba} - Az = \underset{(Sr)}{Ba},$$

qui rappelle immédiatement celui de la triéthylène-diamine.

» L'azoture de baryum ne donne pas de bases éthylées avec l'alcool.

» Au rouge, il fixe énergiquement l'oxyde de carbone et se transforme ainsi en un mélange de baryte et de cyanure de baryum.

» Cette réaction, qui s'explique d'elle-même si l'on se reporte à la formule de structure ci-dessus indiquée, joue vraisemblablement un rôle dans la synthèse du cyanure de baryum par l'action de l'azote et du charbon sur la baryte chauffée au rouge blanc; elle n'a pas lieu, au moins entre les mêmes limites de température, lorsqu'on chauffe dans un courant d'azote le rhodizonate de baryum $Ba(Co)^6$ ou la tétraoxyquinone dibarytique $Ba^2(Co)^6$. Dès lors, il semble naturel d'admettre que, dans l'expérience de MM. Margueritte et Sourdeval, la combinaison du baryum avec l'azote précède la formation du cyanogène ou celle d'un carbure métallique.

» Dans cette hypothèse, la production synthétique du cyanure de baryum serait une conséquence de l'affinité du baryum métallique pour l'azote et ce composé devrait avoir, au moment où il prend naissance, une constitution semblable à celle des carbylamines de M. A. Gautier.

» Lorsqu'on soumet l'azoture de strontium à l'action de l'oxyde de carbone, ainsi qu'il vient d'être dit pour le baryum, il se produit, vers le rouge vif, une décomposition complète, avec départ d'azote, et le résidu ne renferme plus que de la strontiane, en partie carbonatée, du charbon, du fer

divisé provenant de la nacelle et seulement une trace de cyanure de strontium. Cette circonstance, due sans doute à une moindre stabilité de l'azoture de strontium, explique pourquoi la strontiane se prête moins bien que la baryte à la fabrication des cyanures.

» Remarquons, enfin, que l'observation intéressante de M. Ouvrard, d'après laquelle le lithium est aussi capable d'absorber rapidement l'azote ([1]), crée une nouvelle analogie entre ce corps et les métaux de la famille du magnésium, qu'il convient de joindre à celles qui résultent de la comparaison de leurs dérivés salins. »

CHIMIE. — *Sur les chlorobromures de carbone.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« La théorie permet de prévoir l'existence de trois chlorobromures de carbone du type CX^4, qui sont : CCl^3Br, CCl^2Br^2, $CClBr^3$. Le premier seul est connu et a été obtenu par différents procédés, et entre autres par MM. Friedel et Silva dans l'action du brome sur le chloroforme en tubes scellés à 170°. J'ai repris cette réaction à température plus élevée, dans l'espoir de substituer Br^2 à HCl dans $CHCl^3$ et obtenir le chlorobromure CCl^2Br^2; le résultat a dépassé mes espérances et m'a fourni simultanément les trois chlorobromures.

» On chauffe en tubes scellés très résistants un mélange de brome et de chloroforme sec dans la proportion $Br^2 + CHCl^3$, d'abord pendant deux heures à 225°; on ouvre les tubes qui laissent dégager une quantité considérable de gaz formé principalement d'acide bromhydrique; une nouvelle chauffe de quelques heures se fait à 250°, après laquelle le gaz qui se dégage est formé en majeure partie d'acide chlorhydrique; enfin, la réaction se termine à 275°.

» Après plusieurs fractionnements, on isole le chlorobromure CCl^3Br qui distille de 103° à 105°. Le chlorobromure CCl^2Br^2 s'obtient en recueillant ce qui distille aux environs de 135° et qui ne tarde pas à se prendre en masse si la température est inférieure à +20°; on comprime entre des plaques de porcelaine poreuse et l'on redistille.

» Le chlorobromure $CClBr^3$ s'obtient en recueillant ce qui distille aux environs de 160°; le corps solide ainsi obtenu est comprimé entre des plaques de porcelaine poreuse, à une température d'une trentaine de degrés; on achève sa purification en le dissolvant à chaud dans l'éther, et il s'en dépose cristallisé par refroidissement.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 120.

» La formation simultanée des trois chlorobromures dans cette réaction peut s'expliquer de la façon suivante : le brome réagissant sur le chloroforme peut donner deux produits de substitution directe d'après les équations

$$CHCl^3 + Br^2 = CCl^3Br + HBr,$$
$$CHCl^3 + Br^2 = CCl^2Br^2 + HCl.$$

» Enfin, à une température suffisamment élevée, HBr réagissant sur CCl^2Br^2 donne la réaction

$$CCl^2Br^2 + HBr = CClBr^3 + HCl.$$

» Il serait avantageux de pouvoir chauffer dès le début à 250°, mais peu de tubes scellés résistent dans ces conditions.

» Ayant obtenu de grandes quantités de chlorobromure CCl^3Br, j'en ai déterminé la température de fusion — 21°, qui n'a pas été donnée.

» Le chlorobromure CCl^2Br^2 cristallise en fines aiguilles fusibles à +22°; il distille aux environs de 135°, sa densité liquide à + 25° est 2,42. Il possède une odeur rappelant celle du chloroforme et se volatilise assez rapidement dès la température ordinaire; sa tension de vapeur est de 21^{mm} à 16°; 31^{mm} à 30° et 268^{mm} à 100°. Les analyses du chlore et du brome ont été faites par l'analyse indirecte, en convertissant en chlorure le mélange de chlorure et de bromure d'argent :

	Théorie.	I.	II.	III.
Chlore..........	29,22	28,84	27,62	30,84
Brome..........	65,84	65,36	67,61	63,70
Carbone........	4,93	4,83	4,76	4,71

» Le chlorobromure $CClBr^3$ cristallise de sa solution éthérée en lames transparentes, qui fondent à +55°; il distille vers 160° en éprouvant une trace de décomposition qui met un peu de brome en liberté. Quand il a été fondu, il a la consistance de la cire; son odeur rappelle celle du tétrabromure de carbone; il est très soluble dans l'éther, le chloroforme, le tétrachlorure de carbone, le surfure de carbone, la benzine, moins soluble dans l'alcool. Sa densité à 15° est 2,71.

	Théorie.	I.	II.	III.
Chlore..........	12,34	13,47	13,49	12,91
Brome..........	83,48	82,59	81,38	81,03
Carbone........	4,17	4,16	4,15	4,03

» Je rappelle que j'ai étudié récemment les dérivés bromés du chlorure de méthyle, avec l'espoir d'obtenir le chlorobromure $CClBr^3$ comme der-

nier terme de la substitution du brome à l'hydrogène. J'avais obtenu facilement les deux premiers termes CH^2BrCl et $CHBr^2Cl$; mais, quand j'ai voulu passer au chlorobromure en chauffant en tubes scellés à 250° du brome avec $CHBr^2Cl$, j'ai trouvé comme produits inattendus de la réaction du bromoforme et du tétrabromure de carbone; cette réaction, qui paraissait difficile à expliquer, se trouve éclaircie par l'action bromurante qu'exerce à cette température HBr sur les composés renfermant du chlore.

» J'ai repris cette réaction à température plus basse, 200°-225°, mais je n'ai pu isoler dans le produit de la réaction le chlorobromure $CClBr^3$; cependant, en recueillant le liquide qui distille de 155°-170°, il ne tarde pas à naître au sein du liquide de grandes lames cristallines transparentes, qui, isolées du liquide qui les baigne et séchées, ont un point de fusion + 75° environ, intermédiaire entre celui du chlorobromure $CClBr^3$ (55°) et celui du tétrabromure de carbone (+ 90°). Leur composition était intermédiaire entre celles-ci et se rapprochait de celle qui serait représentée par $CClBr^3 + CBr^4$; ces cristaux très nets, étant soumis à des cristallisations fractionnées au sein de l'éther, présentent une composition variable suivant le nombre de cristallisations qu'on leur a fait subir, mais ils renferment toujours du chlore et paraissent, par conséquent, être des cristaux mixtes du chlorobromure $CClBr^3$ et du tétrabromure CBr^4 qui seraient isomorphes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des métaux sur les sels dissous dans les liquides organiques.* Note de M. **Raoul Varet.**

« M. Friedel, en étudiant les liquides rouges qui prennent naissance lorsque l'on fait agir le chlorure d'aluminium sur la benzine en présence de gaz acide chlorhydrique, a constaté que ces produits ne se formaient pas quand on évitait toute trace d'eau. Cette observation m'a donné l'idée d'étudier comparativement l'action des métaux sur les sels dissous dans l'eau et dans divers liquides organiques, afin de déterminer le rôle, dans ces réactions, de l'eau et des combinaisons moléculaires qui peuvent se former par suite de l'union de certains des produits en présence.

» I. *Action de l'aluminium sur le cyanure de mercure dissous dans l'eau.* — Il y a déplacement du mercure par l'aluminium et formation de cyanure d'aluminium, que l'eau décompose en alumine et acide cyanhydrique; en même temps, il se produit de

l'amalgame d'aluminium qui, en agissant sur l'eau, engendre de l'alumine et dégage de l'hydrogène. Nous pouvons ainsi formuler ces réactions :

$$3HgCy^2 + 4Al^2 = Al^2Cy^6 + Hg^3Al^2$$
$$Al^2Cy^6 + Hg^3Al^2 + 6H^2O = 2Al^2O^3 + 6HCy + 3Hg + 6H.$$

» II. *Action de l'aluminium sur le cyanure de mercure dissous dans l'alcool absolu ammoniacal.* — L'alcool absolu ne dissout pas le cyanure de mercure; l'alcool absolu ammoniacal le dissout, au contraire, en très grande quantité. Une telle solution est additionnée d'un excès d'aluminium en petits morceaux et abandonnée dans un endroit froid, à l'abri de toute trace d'eau. Quand la réaction est terminée, on filtre, en opérant sous une cloche contenant de la chaux sodée, afin d'éviter l'accès de l'humidité, puis on concentre sur un mélange de potasse et de chaux vive. Au bout de plusieurs jours, il se forme à la surface de la liqueur une nappe cristalline assez épaisse, molle et transparente : c'est un cyanure double de mercure et d'aluminium, combiné à l'alcool et à l'ammoniaque. Ce corps est tellement altérable qu'il ne m'a pas été possible de fixer sa composition; c'est, du reste, le premier exemple d'une combinaison cyanogénée de l'aluminium ne renfermant pas un radical complexe comme le ferrocyanogène.

» Dans le cas que nous venons d'envisager, la substitution de l'aluminium au mercure n'est jamais complète : c'est la formation d'une combinaison moléculaire résultant de l'union du cyanure d'aluminium formé avec le cyanure de mercure non attaqué, l'ammoniaque et l'alcool, qui intervient ici pour entraver la réaction.

» III. *Aluminium et cyanure de mercure dissous dans la pyridine.* — Il n'y a pas déplacement du mercure par l'aluminium, si la pyridine est parfaitement anhydre; mais, si l'on ajoute une petite quantité d'eau, la réaction se produit comme dans le cas d'une solution aqueuse. Elle s'arrête quand toute l'eau a disparu, par suite de son action sur le cyanure et l'amalgame d'aluminium.

IV. *Nickel et bichlorure de mercure dissous dans l'eau.* — On constate principalement la formation de calomel; il y a aussi substitution du nickel au mercure, mais en petite quantité, surtout les premiers jours de l'expérience. Quand on opère dans un vase ouvert, on observe la formation d'oxyde de nickel; on évite cette oxydation en employant de l'eau bouillie et en scellant le tube.

» V. *Nickel et bichlorure de mercure dissous dans la pyridine.* — A froid, rien; à chaud, substitution du nickel à l'aluminium.

» VI. *Fer et bichlorure de mercure dissous dans la pyridine.* — A froid et à chaud, rien. Si l'on ajoute de l'eau, il y a déplacement immédiat, en chauffant légèrement. Il y a aussi formation de calomel et oxydation du fer.

» En résumé, on voit que certains métaux, capables d'en précipiter d'autres de leurs sels dissous dans l'eau, perdent cette propriété quand, à l'eau, on substitue comme dissolvant certains liquides organiques; cette différence d'action est due tantôt à l'eau, tantôt à la formation de combinaisons moléculaires engendrées par l'union des produits en présence. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la mannite monosodée.*
Note de M. DE FORCRAND.

« I. J'ai préparé la mannite monosodée en ajoutant 1 équivalent de mannite très finement pulvérisée à une dissolution de 1 équivalent de sodium dans 5 ou 6 équivalents d'alcool éthylique absolu. On chauffe ensuite à l'ébullition au réfrigérant ascendant pendant huit ou dix heures. Enfin on distille jusqu'à ce que le ballon ne perde plus de poids. La mannite a remplacé l'alcool éthylique dans l'éthylate. Avec 23^{gr} de sodium et 182^{gr} de mannite, on obtient 204^{gr} de mannite monosodée.

» Analyse :

		Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^{13}NaO^{12}$.
Na pour 100	par l'alcalimétrie.........	11,09	11,27
	à l'état de sulfate........	11,03	

» La chaleur de dissolution de ce corps dans 4^{lit} d'eau (pour 204^{gr}) est de $+4^{Cal},86$ à $+11°$.

» J'ai trouvé, en outre, à la même température :

Pour la chaleur de dissolution de la mannite (dans 2^{lit})... $-4^{Cal},40$

et

$C^{12}H^{14}O^{12}$ ($1^{éq} = 2^{lit}$) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$)................ $+1^{Cal},005$ (¹)

» D'où l'on déduit

	Cal
$C^{12}H^{14}O^{12}$ sol. + Na sol. = H gaz + $C^{12}H^{13}NaO^{12}$ sol........	+ 34,82
$C^{12}H^{14}O^{12}$ sol. + NaO sol. = HO sol. + $C^{12}H^{13}NaO^{12}$ sol........	+ 19,96
$C^{12}H^{14}O^{12}$ sol. + $NaHO^2$ sol. = H^2O^2 sol. + $C^{12}H^{13}NaO^{12}$ sol.......	+ 2,95

A partir des éléments, on aurait

C^{12} (diam.) + H^{13} gaz + Na sol. + O^{12} gaz = $C^{12}H^{13}NaO^{12}$ sol....... $+353^{Cal},32$

» II. Comme tous les alcoolates sodiques précédemment étudiés, la mannite monosodée peut se combiner avec un excès d'alcool. On isole un de ces composés en recueillant le contenu du ballon après avoir chauffé au réfrigérant ascendant et avant de distiller. En enlevant seulement l'alcool

(¹) A d'autres températures, M. Berthelot avait trouvé, pour ces deux dernières réactions, les nombres —4,60 et +1,107.

liquide au moyen des plaques poreuses, on isole un corps cristallisé contenant 5,71 pour 100 de sodium : c'est la combinaison

$$C^{12}H^{13}NaO^{12} + 4C^4H^6O^2.$$

Je n'en ai pas fait l'étude thermique.

» III. Dans le but d'obtenir la mannite disodée, j'ai, dans la préparation précédente, doublé la quantité de sodium (46^{gr}) pour le même poids de mannite (182^{gr}); mais, au lieu d'avoir 226^{gr} de mannite disodée, j'ai trouvé 272^{gr} d'un produit blanc, pulvérulent, parfaitement homogène. Le poids est resté invariable d'abord à 130° dans un courant d'hydrogène sec, puis en maintenant le produit à 150° pendant plusieurs heures.

» L'analyse de ce nouveau composé a donné :

			Calculé pour	
			$C^{12}H^{12}Na^2O^{12}$.	$C^{12}H^{13}NaO^{12} + C^4H^5NaO^2$.
Na pour 100	par l'alcalimétrie...	17,01	20,35	16,91
	à l'état de sulfate...	17,22		

» Le poids de ce produit (272^{gr}) indiquait déjà que sa composition était celle du $C^{12}H^{13}NaO^{12} + C^4H^5NaO^2$, à moins que l'on ne soit en présence d'un mélange des deux alcoolates. Dans tous les cas, la seconde fonction de la mannite n'a pas déplacé l'alcool éthylique comme le fait la première, car la formule $C^{12}H^{12}Na^2O^{12} + C^4H^6O^2$ n'est pas acceptable, le poids restant constant même à 150°.

» La chaleur de dissolution de ce corps, à +12°, dans 8^{lit} d'eau, est de $+12^{Cal},60$. (Si c'était un mélange des deux alcoolates, et non une combinaison, on aurait $+4,86 + 13,47 = +18,33$.)

» D'autre part, le mélange des deux dissolutions de mannite monosodée et d'éthylate de sodium (chacune à $1^{éq} = 4^{lit}$) fournit, à la même température, $+0^{Cal},22$ (¹).

» D'où l'on déduit :

$$C^{12}H^{13}NaO^{12}\text{ sol.} + C^4H^5NaO^2\text{ sol.} = C^{12}H^{13}NaO^{12}, C^4H^5NaO^2\text{ sol.} \ldots \quad +5^{Cal},95$$

(¹) Ce nombre positif indique déjà une grande affinité des deux alcoolates l'un pour l'autre. Il faut remarquer, en effet, que l'addition de $C^4H^5NaO^2$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) à la mannite monosodée ($1^{éq} = 4^{lit}$) double la dilution de ce dernier alcoolate. Si l'on double cette dilution avec de l'eau pure, on trouve $-0^{Cal},34$. C'est donc, en réalité, un effet thermique positif égal à $+0,34 + 0,22 = +0^{Cal},56$ qui représenterait l'action de l'éthylate sur la mannite monosodée à l'état dissous sans augmentation de la dilution. Ce résultat fait déjà prévoir une chaleur de formation assez considérable de l'alcoolate double à l'état solide.

» IV. J'ai déjà rencontré plusieurs combinaisons de cet ordre (alcoolates doubles) produites par les glycérinate et érythrate sodiques ou potassiques, mais généralement la chaleur de formation de ces corps est plus faible (de $+ 1^{Cal}$ à $+ 2^{Cal}$). En outre, on ne connaît pas d'alcoolate double fourni par les dérivés des alcools mono-atomiques. Cette tendance paraît donc liée à l'existence de fonctions alcool libres, et elle est d'autant plus marquée que ces fonctions libres sont plus nombreuses. Peut-être est-elle due à de véritables combinaisons qu'elles formeraient avec l'alcoolate ajouté; on devrait alors la rattacher à la propriété générale que possède la fonction alcool de s'unir avec les alcoolates iodiques, soit dans la même molécule, soit dans deux molécules distinctes.

» V. Quoi qu'il en soit, l'expérience montre que la seconde fonction de la mannite ne déplace pas l'alcool éthylique; il est donc probable qu'elle est *plus faible* que la première, et que l'on aurait

$$C^{12}H^{13}NaO^{12}\text{ sol.} + Na\text{ sol.} = H\text{ gaz} + C^{12}H^{12}Na^2O^{12}\text{ sol.}\ldots\ldots \quad < +34,82$$

» Nous retrouvons donc, pour la mannite, les deux faits généraux signalés pour le glycol, la glycérine et l'érythrite :

» 1° La première fonction des alcools polyatomiques donne avec Na un nombre supérieur à $+ 32^{Cal}$.

» 2° La seconde paraît plus faible que la première, et, dans tous les cas observés, elle fournit un nombre plus petit que $+ 32^{Cal}$, cette dernière valeur pouvant être considérée comme caractéristique de la valeur constante de la fonction alcool primaire des alcools mono-atomiques solides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation, dans l'économie, de l'acide sulfanilique en acide sulfanilocarbamique.* Note de M. **J. Ville**, présentée par M. Friedel.

« Dans des recherches en cours d'exécution sur l'action physiologique de l'acide sulfanilique, j'ai été conduit à étudier l'élimination de cette amine acide.

» Salkowski ayant montré que la taurine $C^2H^4 \begin{cases} AzH^2 \\ SO^3H \end{cases}$ ingérée se retrouve partiellement dans les urines à l'état d'acide taurocarbamique

$C^2H^4\Big\langle\begin{matrix}AzH\text{-}CO.AzH^2\\SO^3H\end{matrix}$ (¹), il était intéressant de voir si l'acide sulfanilique $C^6H^4\Big\langle\begin{matrix}AzH^2\\SO^3H\end{matrix}$ subit dans l'économie une modification analogue et passe, après son ingestion, dans les urines à l'état d'acide uramique, d'*acide sulfanilocarbamique* $C^6H^4\Big\langle\begin{matrix}AzH\text{-}CO.AzH^2\\SO^3H\end{matrix}$, acide dont j'ai réalisé la synthèse dans une Note précédente que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 868).

» En opérant sur des chiens auxquels était administré de l'acide sulfanilique mélangé aux aliments habituels, j'ai pu constater que ce corps passe en partie dans les urines à l'état de sulfanilocarbamate alcalin; le reste s'y retrouve à l'état de sulfanilate.

» Voici comment on peut opérer pour l'extraction de ces deux produits d'élimination.

» *Extraction de l'acide sulfanilocarbamique.* — L'urine évaporée au bain-marie en consistance sirupeuse est traitée par quatre à cinq fois son volume d'alcool absolu, ajouté goutte à goutte et en agitant sans cesse pour éviter la formation de grumeaux. Il se produit un précipité assez abondant (A). Après un repos de vingt-quatre heures, ce précipité est recueilli sur un filtre et lavé à l'alcool concentré de manière à entraîner l'urée mécaniquement retenue. On réunit l'alcool de lavage au liquide alcoolique séparé par filtration; cette liqueur (B) est mise de côté pour en extraire l'acide sulfanilique qu'elle contient à l'état de sulfanilate.

» Le précipité A, qui renferme l'acide sulfanilocarbamique à l'état de sel alcalin, est séché dans le vide sur l'acide sulfurique. On le dissout dans la plus petite quantité d'eau et l'on ajoute un excès d'acide sulfurique étendu et d'alcool concentré. Il se dépose un précipité (A′) essentiellement formé par du sulfate de potassium et de l'acide sulfanilique. On laisse reposer pendant vingt-quatre heures et l'on filtre. La liqueur alcoolique filtrée renferme l'acide sulfanilocarbamique.

» Ce liquide alcoolique est abandonné à l'évaporation dans le vide sur l'acide sulfurique. Le sirop acide qui reste est additionné d'eau et neutralisé par du carbonate de baryum. On filtre et l'on précipite le baryum, dans la solution filtrée, par une quantité exactement calculée d'acide sulfurique.

» La liqueur séparée du sulfate de baryum par filtration renferme de l'acide chlorhydrique que l'on précipite par du carbonate d'argent. On traite la liqueur filtrée par un courant d'hydrogène sulfuré, on filtre, on porte à l'ébullition et l'on évapore au bain-marie. Le résidu est épuisé par l'alcool absolu qui dissout l'acide sulfanilocarbamique et le sépare des traces d'acide sulfanilique qui auraient pu être entraînées dans la série des opérations. On évapore la liqueur alcoolique. Le nouveau résidu

---

(¹) *Deut. ch. Gesell.*, t. VI, p. 744; 1873.

est dissous dans l'eau et la solution aqueuse, décolorée au noir animal pur, est placée dans le vide sur l'acide sulfurique.

» On obtient ainsi un produit cristallisé offrant tous les caractères de l'acide sulfanilocarbamique.

» Il se présente sous la forme de lamelles penniformes très solubles dans l'eau, assez facilement solubles dans l'alcool absolu, complètement insolubles dans l'éther, le chloroforme et la benzine.

» La solution aqueuse est décomposée par l'hypobromite de sodium avec un abondant dégagement d'azote. Portée à l'ébullition après addition d'un petit fragment d'iode, elle se colore en rouge orange foncé.

» Quand on chauffe ce corps en vase clos, vers 135° ou 140°, avec un excès d'eau de baryte, il se dédouble en ammoniaque, acide carbonique et acide sulfanilique, ces deux derniers se transformant en sels de baryum.

$$C^7H^8Az^2SO^4 + H^2O = AzH^3 + CO^2 + C^6H^4.AzH^2.SO^3H.$$

» Enfin l'analyse confirme les données précédentes et montre que ce corps, extrait de l'urine, est de l'*acide sulfanilocarbamique*

$$C^6H^4 \begin{cases} AzH-CO.AzH^2 \\ SO^3H \end{cases}.$$

(La moyenne de plusieurs dosages pour le soufre et l'azote a été en centièmes : S, 14,63; Az, 12,78. Théorie : S, 14,82; Az, 12,96.)

» *Extraction de l'acide sulfanilique.* — La liqueur alcoolique B renferme de l'acide sulfanilique à l'état de sel alcalin : on sépare l'alcool par distillation; le résidu aqueux, additionné d'acide chlorhydrique, donne un précipité cristallisé que l'on purifie par plusieurs cristallisations, après décoloration au noir animal lavé. On obtient ainsi des lamelles rhombiques brillantes d'acide sulfanilique.

» On peut également extraire de l'acide sulfanilique du précipité A′, obtenu en traitant la solution aqueuse concentrée du précipité A par un excès d'acide sulfurique étendu et de l'alcool concentré. Ce précipité A′, essentiellement constitué par du sulfate de potassium et de l'acide sulfanilique, est dissous à chaud dans l'eau et neutralisé par du carbonate de baryum. On filtre pour séparer le sulfate de baryum formé et la solution aqueuse, concentrée par évaporation au bain-marie, donne, par addition d'acide chlorhydrique, un précipité de lamelles rhombiques brillantes d'acide sulfanilique, que l'on purifie par plusieurs cristallisations, après décoloration au noir animal lavé.

» Ainsi, l'acide sulfanilique, dans son passage à travers l'économie, subit une modification analogue à celle observée par Salkowski pour la

taurine. Cette amine acide se transforme partiellement en acide uramique, en *acide sulfanilocarbamique* (¹), qui s'élimine par les urines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude chimique des corps chlorophylliens du péricarpe de raisin*. Note de M. A. **Etard**, présentée par M. Henri Moissan.

« On admet couramment que, dans les végétaux supérieurs, la synthèse organique se fait exclusivement dans les corps chlorophylliens. Ceux-ci partant de l'acide carbonique, de l'eau et de l'ammoniaque, édifient les composés nécessaires aux transformations de la vie.

» Mais il n'a pas été possible de préciser davantage, d'établir la nature chimique des substances disséminées dans le protoplasma ou localisées dans les grains à chlorophylle. On sait seulement que ces grains ont une consistance molle, forment rapidement de l'amidon et contiennent une matière huileuse.

» Par un ensemble de recherches, en cours depuis plusieurs années, je me suis efforcé de déterminer la formule, et même la fonction chimique des corps qui, intimement associés à la chlorophylle, paraissent être les premiers produits dont elle provoque la formation. Mes premières recherches ont porté plus particulièrement sur le péricarpe du raisin. Quand on examine au microscope des coupes minces de feuilles vertes ou de ce péricarpe de raisin, en faisant passer entre les lamelles du sulfure de carbone, le protoplasma gorgé de solutions aqueuses ne subit aucune action visible, mais les corpuscules verts se détergent, laissant voir par des stries de densités différentes, teintées de vert, que le sulfure les dissout en partie.

» Les extraits sulfocarboniques, d'après cette expérience, doivent être considérés comme chargés de la chlorophylle et d'une partie des principes qui l'accompagnent. Par raison de solubilité, ces extraits ne peuvent contenir aucune trace des sucres, gommes, sels et acides dissous dans le suc cellulaire et dans l'eau, qui est le véhicule des échanges du protoplasma incolore.

» En vue de faire une analyse suffisante, il est impossible de se contenter de quelques kilogrammes de substances fraîches, il convient de

---

(¹) On pourrait donner à ce corps le nom d'*acide uramidosulfanilique;* nous avons cru préférable de choisir celui d'*acide sulfanilocarbamique,* pour rappeler l'analogie qu'offre ce composé avec l'acide taurocarbamique de Salkowski.

partir de 100^{kg} de plante au moins; par dessiccation, on a ainsi de 5^{kg} à 10^{kg} de matière sèche, laissant de $0^{kg},300$ à $1^{kg},000$ d'extrait concret.

» Dans un essai industriel, ayant pour but d'isoler le bouquet du vin, M. O. de Rawton, après avoir traité une grande quantité de marc de vin blanc, a bien voulu mettre à ma disposition quelques grammes d'une matière blanche dont la composition encore inconnue sera établie plus loin, et une tourie de macération sulfocarbonique. Malgré la fermentation subie par la préparation industrielle, j'ai trouvé l'extrait solide identique à celui préparé dans mon laboratoire avec des coques de raisin blanc récemment desséchées. C'est dans les deux cas une matière verte très chlorophlylienne, ayant la consistance du suif. Après de nombreux essais, j'ai pu établir l'existence dans cette matière d'une très forte quantité d'acide palmitique libre. Si l'on sacrifie les autres substances, on peut isoler ce dernier par une distillation dans le vide, qui rend 85 pour 100 de son poids d'acides parfaitement incolores. Dans le produit distillé, on trouve, mêlé à l'acide palmitique solide, une petite proportion d'acides non saturés, liquides, à sels plombiques, solubles dans l'éther. L'acide palmitique a été nettement caractérisé par son point de fusion, son point d'ébullition, par son analyse et par ses différents sels.

» Quand on traite l'extrait sulfocarbonique vert par la potasse alcoolique exempte de soude et qu'on étend ensuite d'eau, l'acide gras et la chlorophylle restent dans les solutions palmitiques saponifiées. Par filtration, on isole une matière blanche soluble dans l'éther, qui la laisse déposer en longues aiguilles fusibles à 304°, ayant en solution éthérée une rotation droite $\alpha_\delta = +60°8$. Je propose de donner à cette nouvelle substance le nom d'*œnocarpol* (1).

» En chauffant ce composé à 130° en tube scellé en présence d'anhydride acétique, j'ai pu obtenir un dérivé acétyle fusible à 215° contenant d'après l'analyse 24,4 d'acétyle. Ces mesures assignent à l'œnocarpol la formule d'une glycérine, ou même d'une érythrite élevée, si l'on tient compte de l'eau

$$C^{26}H^{39}(OH)^3, H^2O.$$

---

(1) Elle a fourni à l'analyse : Perte par dessiccation 4,3 pour 100.
Dosage de la matière sèche :

C.............	77,4	77,0	77,7	77,7	77,1
H.............	10,4	11,1	10,7	10,0	10,6

» L'œnocarpol contient un radical d'une stabilité peu commune, car, lorsqu'on le chauffe, après avoir perdu de l'eau, il distille en presque totalité à 405° (thermomètre Baudin) sous la forme d'un carbure générateur $C^{26}H^{36}$, d'aspect balsamique comme les polyterpènes et d'une odeur tenace. Il est susceptible de s'hydrater lentement pour donner de beaux cristaux fusibles à 175°, contenant C = 87,4 H = 10,3, formule

$$(C^{26}H^{36})^2H^2O.$$

» Le radical de l'œnocarpol peut ainsi perdre de l'eau et en reprendre. L'œnocarpol lui-même, $C^{26}H^{39}(OH)^3,H^2O$, peut augmenter sa basicité d'hydratation. En présence de la potasse, il fixe une molécule de cet alcali pour donner des aiguilles brillantes, infusibles, peu solubles (C = 66,2; H = 9,4; K = 7,9), dont la formule $C^{26}H^{39}(OH)^3.KOH.H^2O$ pourrait aussi être mise sous la forme $C^{26}H^{41}(OH)^4(OK)$, ce qui se rapprocherait du type de formule des sucres.

» Par des précipitations convenables, on convertit le sel potassique ci-dessus en dérivés métalliques analysés, auxquels on peut assigner les formules

$$2(C^{26}H^{42}O^3,H^2O)3AgOH, \qquad 2(C^{26}H^{42}O^3PbO)Pb(OH)^2.$$

Ceux-ci, par l'hydrogène sulfuré, régénèrent l'œnocarpol hydraté.

» L'oxydation chromique convertit, d'après son analyse, l'œnocarpol en un acide amorphe $C^{26}H^{42}O^5$ laissant distiller un baume et saturant les carbonates alcalins.

» Enfin, des extraits sulfocarboniques primitifs traités par l'acétate de plomb, puis par un courant d'hydrogène sulfuré, il est possible d'isoler, par l'action des dissolvants neutres, une palmitine de l'œnocarpol fusible à 272° et saponifiable.

» En résumé, il existe, dans les corps chlorophylliens du péricarpe du raisin, une quantité considérable d'acide palmitique en partie combiné à une substance à molécule élevée, se prêtant sans doute aisément aux transformations de la vie organique par la mobilité de ses propriétés d'hydratation. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur l'adhérence aux feuilles des plantes, et notamment aux feuilles de la pomme de terre, des composés cuivriques destinés à combattre leurs maladies.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« La campagne agricole de 1890 a, dans l'est de la France, souffert gravement, en juillet et en août, de la persistance des pluies; la lutte contre le *Phytophtora infestans* (maladie ordinaire de la pomme de terre) a notamment, sous l'influence de ces pluies, rencontré quelques insuccès; traitées par diverses compositions cuivriques, par la bouillie bordelaise en général, les feuilles de la pomme de terre, lavées par les eaux météoriques, ont abandonné la plus grande partie de l'agent préservateur qu'elles avaient reçu, et, sur ces feuilles ainsi dégarnies, le champignon parasite s'est développé en liberté; la récolte a été perdue.

» A la suite de ces accidents, j'ai pensé qu'il serait intéressant de rechercher si, parmi les compositions cuivriques proposées pour combattre les maladies parasitaires des plantes, de la pomme de terre, par exemple, il en est qui possèdent une faculté d'adhérence aux feuilles particulièrement remarquable, et sur l'effet utile desquelles on puisse, par conséquent, faire fonds plus particulièrement aussi.

» Pour éclairer cette question, j'ai, en 1891, institué une série d'expériences méthodiques consistant à soumettre à l'action de pluies artificielles, d'une intensité et d'une durée calculées, des pommes de terre en pleine végétation, préalablement traitées par diverses compositions cuivriques, pour, avant et après l'action de ces pluies, déterminer par l'analyse chimique les quantités de cuivre que le traitement avait déposées sur les feuilles et celles dont ces feuilles restaient couvertes à la suite des lavages ainsi réalisés.

» Au mois de janvier 1891, cent tubercules égaux de la variété Aurora ont été plantés isolément dans de grands pots numérotés et placés en serre tempérée; au mois d'avril, les cent pieds étaient en pleine végétation, la floraison commençait, les fanes s'élevaient à 60^{cm} de hauteur; les plantes, en un mot, étaient bonnes à traiter.

» Parmi les compositions cuivriques proposées pour combattre la maladie, j'en ai choisi six que l'on peut considérer comme les plus répandues et dont je donne ici les noms usuels et la composition.

	Bouillie cupro-calcaire dite bordelaise.	Bouillie cupro-calcaire pauvre en chaux.	Bouillie (¹) cupro-calcaire alumineuse.	Bouillie cupro-sodique.	Bouillie (²) cupro-calcaire sucrée.	Bouillie (³) au verdet.
Sulfate de cuivre.........	2^{kg}	2^{kg}	2^{kg}	2^{kg}	2^{kg}	»
Verdet..................	»	»	»	»	»	$1^{kg},600$
Chaux (pesée à l'état vif).	2^{kg}	1^{kg}	3^{kg}	»	2^{kg}	»
Sulfate d'alumine........	»	»	1^{kg}	»	»	»
Cristaux de soude........	»	»	»	3^{kg}	»	»
Mélasse.................	»	»	»	»	2^{kg}	»
Eau....................	100^{lit}	100^{lit}	100^{lit}	100^{lit}	100^{lit}	100^{lit}

» Afin de soumettre les pieds de pomme de terre, traités par ces six compositions, à des épreuves comparables à celles qu'elles auraient pu subir du fait des phénomènes météorologiques naturels, j'ai, sur les conseils de MM. Mascart et Angot, adopté trois types de pluie très différents; en premier lieu, une pluie d'orage violente, correspondant à la chute de 17^{mm} d'eau en vingt-deux minutes; en second lieu, une pluie forte correspondant à la chute de 15^{mm} d'eau en six heures; en dernier lieu, enfin, une pluie douce correspondant à une chute de 10^{mm} en vingt-quatre heures.

» Pour répandre ces pluies avec uniformité et précision, j'ai, sur les dessins de M. Schlœsing, fait construire par un habile mécanicien, M. Cazaubon, un appareil d'arrosage, constitué essentiellement par un cône aplati, renversé, de $1^{m},50$ de diamètre, tournant, à 3^{m} de hauteur, sous l'action d'un moteur hydraulique, à la vitesse de huit tours à la minute, et dont la surface latérale est découpée suivant une spire calculée de telle façon que, par les bords dentelés qui terminent la découpure, l'eau reçue à la circonférence s'écoule, à l'état de gouttes uniformément réparties sur toute la surface inférieure.

» Sur douze pieds de pomme de terre, à la fois, une des six compositions ci-dessus était alors épandue à l'aide d'un pulvérisateur; puis sur le tiers du lot ainsi traité, sur quatre pieds par conséquent, j'enlevais la moitié des feuilles pour y doser le cuivre déposé par le traitement; cela fait, les quatre pieds étaient, sous l'appareil précédent, soumis pendant vingt-deux minutes à la pluie d'orage; la deuxième moitié des feuilles était alors arrachée à son tour, et analysée comparativement avec la première.

» Quatre pieds du même lot étaient ensuite soumis, pendant six heures, à l'action de la pluie forte; les quatre derniers enfin, soumis pendant vingt-quatre heures à l'action de la pluie douce, et les feuilles, pour chaque opération, récoltées dans les mêmes conditions.

(¹) J'avais pensé que la faculté de mordançage propre aux composés alumineux donnerait à cette bouillie des qualités spéciales, il n'en a rien été.

(²) Cette composition a été proposée par M. Michel Perret.

(³) Le verdet dont il s'agit est l'acétate de cuivre bibasique de M. Bencker.

» Répétées pour les six compositions ci-dessus indiquées, ces trois épreuves ont fourni, en somme, 36 lots de feuilles correspondant à l'état de la plante, les uns avant, les autres après chaque pluie.

» Desséchés à 100° et analysés par les procédés ordinaires, ces 36 lots ont donné des résultats qui, pour chaque composition et pour chaque sorte de pluie, accusent une perte d'agent préservateur qui, exprimée en centièmes du cuivre déposé sur les feuilles par le traitement, est :

	Pluies		
	d'orage de 22 minutes.	forte de 6 heures.	douce de 24 heures.
Bouillie cupro-calcaire ordinaire	50,9	34,5	13,2
» » faible en chaux	35,3	35,2	16,5
» » alumineuse	32,7	24,5	15,9
» cupro-sodique	19,7	15,9	7,7
» cupro-calcaire sucrée	11,2	nulle	nulle
» au verdet	17,2	17,3	10,2

» Des chiffres qui précèdent, il résulte :

» 1° Que les compositions cuivriques proposées pour combattre la maladie de la pomme de terre ont des facultés d'adhérence aux feuilles très différentes;

2° Que c'est sous l'action des pluies violentes surtout, et par entraînement mécanique, que le cuivre déposé disparaît en partie;

» 3° Que, parmi ces compositions, celle qui fléchit le plus est la bouillie cupro-calcaire, dite *bouillie bordelaise*; que la diminution de la proportion de chaux en augmente un peu la solidité; qu'enfin, l'addition des composés alumineux ne produit pas d'amélioration sensible.

» 4° Que la bouillie cupro-sodique d'une part, la bouillie au verdet d'une autre ont une faculté d'adhérence presque double de celles que possèdent les bouillies précédentes et que, par-dessus toutes les autres, la bouillie cupro-calcaire sucrée de M. Michel Perret résiste à l'action des pluies avec une force inattendue.

» C'est donc à l'une ou à l'autre de ces trois compositions, de préférence à celle-ci, que, suivant leurs convenances personnelles, devront s'adresser, dorénavant, les cultivateurs soucieux de garantir leurs champs de pomme de terre contre la maladie. »

ZOOLOGIE. — *Développement de l'organe vibratile chez les Ascidies composées.* Note de M. A. Pizon, présentée par M. Milne Edwards.

« Il existe, comme on sait, chez les Tuniciers, un organe glandulaire plus ou moins volumineux, situé dans la région dorsale, au voisinage du ganglion, et qui se continue par un pavillon cilié s'ouvrant largement à la partie tout à fait antérieure de la cavité branchiale. Les différentes dénominations qui ont été appliquées successivement à cet organe : *tubercule antérieur* (Savigny), *organe olfactif* (Hancock, Fol, etc.), *glande hypophysaire* (Julin), *organe hypoganglionnaire* (Maurice), *organe dorsal* (Haufmann), *organe vibratile* indiquent assez que les hypothèses les plus diverses ont été faites sur la nature et le rôle de cet organe.

» Au surplus, la glande et même son conduit présentent de telles variations dans leur volume, leur forme et leur position par rapport au ganglion, que l'étude du développement de l'organe peut seule fournir des indications précises sur son véritable rôle.

» J'ai fait cette étude chez plusieurs espèces d'Ascidies composées appartenant à cinq familles différentes : les Botryllidés, les Polyclinidés, les Didemnidés, les Diplosomidés, les Pérophores et les Clavelines ([1]).

» I. Botryllidés (bourgeons et larves de *B. violaceus* et de *B. smaragdus;* bourgeons de *Botrylloïdes rubrum* et de diverses espèces de Botrylles).

» *Premier stade.* — Quand la vésicule endodermique primitive commence à se diviser en trois par deux sillons latéraux, elle envoie, du côté dorsal, un diverticule qui s'allonge peu à peu sous l'ectoderme et se termine en cul-de-sac à la partie antérieure de la vésicule médiane.

» *Deuxième stade.* — Le cul-de-sac antérieur de ce diverticule dorsal s'ouvre dans la vésicule médiane (future cavité branchiale), tout près de l'ébauche de l'ouverture branchiale. Néanmoins, il possède encore, à ce moment, sa communication postérieure avec la vésicule primitive au point où il a pris naissance, communication qui se trouve être à ce moment, par suite des progrès du développement du bourgeon, tout au voisinage de l'ébauche de l'ouverture cloacale.

» *Troisième stade.* — L'ouverture postérieure s'oblitère, le tube subit une atro-

---

([1]) Je désignerai moi-même cet organe (glande et tube réunis) sous les noms d'*organe vibratile* ou d'*organe dorsal*, parce que ces termes ne préjugent rien quant à sa nature.

phie graduelle à sa partie postérieure et se présente dès lors comme un diverticule de la vésicule branchiale dans laquelle il s'ouvre toujours largement à sa partie antérieure; c'est cette dernière qui se différencie en « pavillon vibratile ».

» Chez la larve, un profond sillon ectodermique médio-dorsal s'étend de l'une à l'autre des deux futures ouvertures; le diverticule dorsal s'étend parallèlement à ce sillon et a la même longueur que lui au deuxième stade; il est donc pris entre l'ectoderme d'une part, le tube nerveux de l'autre.

» II. Famille des Polyclinidés. — Bourgeons de *Circinalium concrescens* (Giard) et d'*Amaroecium proliferum* (Milne Edwards). — *Premier stade.* — La vésicule primitive présente deux diverticules latéraux (sacs péribranchiaux), deux diverticules postérieurs (tubes épicardiques) et un diverticule dorsal, qui s'allonge en avant sous l'ectoderme.

» *Deuxième stade.* — Quand les deux sacs épicardiques se montrent réunis postérieurement et commencent à s'allonger dans le jeune pédoncule, tout en étant encore en communication avec la vésicule primitive, on trouve encore le *diverticule endodermique dorsal* terminé en cul-de-sac à la partie antérieure du bourgeon, sur la face dorsale de la future vésicule branchiale et sous l'ectoderme. Un peu plus bas, il passe entre les parois de la vésicule branchiale et la paroi interne des deux sacs péribranchiaux fusionnés perd bientôt sa lumière centrale et se continue par un petit cordon cellulaire effilé, qui va se terminer sur les parois du cloaque, non loin de l'extrémité supérieure de deux autres petits cordons, qui sont les conduits rudimentaires des glandes génitales.

» Le diverticule dorsal a donc perdu sa communication postérieure avec *la vésicule endodermique* qui lui a donné naissance.

» Dans sa région antérieure et sur sa face dorsale se montre un petit cordon cellulaire plein, qui constitue le système nerveux embryonnaire.

» *Troisième stade.* — Le cul-de-sac antérieur du diverticule dorsal vient s'ouvrir dans la vésicule branchiale tout à fait à la partie antérieure de celle-ci, et se différencie en « pavillon vibratile », qui reste relié au cordon cellulaire qui lui fait suite.

» C'est ce diverticule endodermique dorsal qui constitue l'organe vibratile dont Kovalevsky a vu quelques stades avancés chez les bourgeons de l'*Amaroecium proliferum* et qu'il a regardé comme un tube nerveux.

» III. Famille des Diplosomidés et des Didemnidés. — Les bourgeons que j'ai étudiés sont ceux de l'*Astellium spongiforme* (Giard) appartenant à la première famille et ceux des *Didemnum cereum* (Giard) et *Didemnum niveum* (Giard).

» Chez ces trois espèces, j'ai vu l'organe vibratile rudimentaire sous la forme d'un tube dorsal terminé en avant par un cul-de-sac et en arrière par un long cordon plein effilé (deuxième stade des Botryllidés et des Polyclinidés); il est surmonté d'un petit cordon cellulaire qui représente le système nerveux primitif.

» Le tube continue de s'allonger à sa partie antérieure, s'ouvre dans la vésicule branchiale et se différencie en un pavillon vibratile, qui se continue postérieurement par le reste du tube primitif, reste qui s'atrophie graduellement (troisième stade des Botryllidés et des Polyclinidés). C'est encore ce tube que Kovalevsky a regardé comme un tube nerveux chez le bourgeon du *Didemnum styliferum*.

» Je n'ai pu réussir à observer si, chez ces espèces, le tube dorsal est une dépendance de la vésicule endodermique du bourgeon thoracique; mais cette lacune est heureusement comblée par les observations de Ganin.

» Ce naturaliste a vu chez les bourgeons du *Didemnum gelatinosum* (Gegenbauer) (rattaché aujourd'hui à la famille des Diplosomidés par Lahille) un diverticule dorsal de la vésicule endodermique du bourgeon thoracique qu'il a qualifiée de *vésicule médullaire* et qui n'est en réalité que le premier rudiment de l'organe vibratile.

» C'est cette même vésicule médullaire qu'il a décrite chez les bourgeons des Botryllés où elle constitue également l'organe vibratile embryonnaire.

» IV. Pérophore et Claveline (bourgeons de *P. Listeri* et de *Cl. Rissoana*). — *Premier stade.* La vésicule endodermique primitive envoie un diverticule dorsal comme chez les familles précédentes; Kovalevsky l'a observé chez les bourgeons du *Perophora Listeri* et l'a qualifié de *tube neural primitif*.

» *Deuxième et troisième stade.* — Ils correspondent exactement à ceux du même ordre que j'ai décrits chez les Polyclinidés, les Didemnidés et les Diplosomidés; le système nerveux primitif est aussi un petit cordon cellulaire adjacent à la face supérieure du tube de l'organe vibratile.

» En résumé, chez les Ascidies composées, l'organe vibratile débute par un tube aveugle, formé par un diverticule de la vésicule endodermique primitive et qui s'ouvre secondairement dans la vésicule branchiale, tandis que sa partie postérieure subit une atrophie plus ou moins rapide. L'organe vibratile n'étant pas formé par une invagination buccale, contrairement à ce que V. Beneden et Julin ont décrit chez les Clavelines, l'homologie qu'ils ont établie avec l'hypophyse des Vertébrés ne peut être maintenue.

» Étant donné son apparition précoce, en même temps que le péricarde, les sacs péribranchiaux et les tubes épicardiques, l'organe vibratile doit être considéré comme un organe éminemment ancestral qui a joué vraisemblablement un rôle important chez les formes primitives des Tuniciers.

» Mais l'étude de ces variations pendant la durée totale de l'évolution d'un même ascidiozoïde, l'atrophie progressive qu'il subit et qui arrive à être presque complète chez certaines formes (Didemnidés) m'ont conduit à admettre que cet organe ancestral est actuellement en voie de disparition et qu'il ne remplit plus de fonction importante chez les Tuniciers d'aujourd'hui. »

ZOOLOGIE. — *Le Criquet pèlerin* (Schistocerca peregrina, *Oliv.*) *et ses changements de coloration. — Rôle des pigments dans les phénomènes d'histolyse et d'histogenèse qui accompagnent la métamorphose.* Note de M. **Kunckel d'Herculais**, présentée par M. E. Blanchard.

« De l'enquête à laquelle s'est livré M. de Selys-Longchamps (1877) sur les apparitions en Europe des Criquets pèlerins, enquête dans laquelle il reproduit les opinions des savants entomologistes Brunner de Wattenwil, Bolivar, Mac Lachlan, Scudder, découle cette conclusion, c'est que le Criquet pèlerin a deux variétés : l'une jaune, originaire du nord de l'Afrique (Égypte, Algérie) et observée à Corfou en 1866; l'autre rose, originaire du Sénégal, se trouvant également au Sennaar, dans l'Inde, observée dans le sud-ouest de l'Espagne (1876) et dans les Iles Britanniques (1869). M. Brunner, dans son *Prodromus der Europäischen Orthopteren* (1882), tout en élargissant le cercle d'habitat de l'insecte, reproduit cette conclusion. Je ferai remarquer que la variété rose ou rougeâtre, capturée en Arabie, a été mentionnée par Olivier dans sa description originale de l'espèce (1807), qu'elle a été figurée par Andinet-Serville (1839), par Lallemant (1866), et signalée par une foule d'observateurs des invasions en Algérie (1845, 1866).

» Auteurs et observateurs se sont mépris : les spécimens de coloration rose ou jaune ne constituent pas des variétés fixées d'une même espèce; chaque individu passe successivement par une série de teintes qui caractérisent les diverses phases de son existence. Voici, d'ailleurs, le résultat de mes études.

» Dès le début de l'invasion dans le Sud algérien, je me suis transporté à Biskra (mars 1891) pour suivre l'évolution des Criquets pèlerins. Je fis alors des observations qui me permirent d'établir que les changements de coloration subis par ces insectes depuis leur métamorphose, c'est-à-dire le passage du rose au rouge, au rouge vineux, au gris, à la teinte terre de Sienne, au jaune, délimitaient autant de stades évolutifs et pouvaient servir de criterium pour déterminer, d'une part, le point d'origine des invasions, d'autre part, l'époque où pouvaient s'effectuer les premières pontes.

» Les Criquets pèlerins des vols signalés en décembre dans l'extrême

sud étaient de couleur rouge carmin; ils étaient nés roses au moins un mois auparavant; ils s'étaient développés au moins à trente jours de marche en arrière. Ils mettaient plusieurs semaines à prendre la teinte jaune; ils ne pouvaient déposer leurs œufs qu'au bout de deux mois au plus tôt. Lorsque la coloration est devenue terre de Sienne, la pariade et l'accouplement commencent; lorsque la coloration est passée au jaune, pariade et accouplement se renouvellent. Il peut y avoir pariade entre mâles jaunes et femelles terre de Sienne et inversement. Les Criquets de coloration rouge qui ne sont ni appariés, ni accouplés, et qui, par conséquent, ne sont pas en état de pondre, sont ceux que les habitants du Sahara recueillent et mangent; ce sont également ceux qui peuvent sans étapes franchir d'énormes distances.

» Si nous cherchons à interpréter les changements de coloration des Criquets pèlerins depuis leur naissance jusqu'à leur mort, nous sommes conduits à des déductions physiologiques intéressantes.

» En effet, lors de la première mue, qui s'effectue immédiatement après l'éclosion, les jeunes sont blanc-verdâtre; sous l'influence de la lumière, ils brunissent et passent au noir avec des taches blanches ou jaunâtres; à la deuxième mue, les colorations roses apparaissent, notamment sur les côtés du corps; à la troisième mue, les teintes roses augmentent; à la quatrième mue, elles prédominent, mais, peu à peu, elles font place à des teintes jaunes; il en est de même après la cinquième et la sixième mue, l'insecte adulte apparaissant alors avec une livrée du rôle le plus tendre. En résumé, on peut constater que, dans les moments qui précèdent et suivent la mue, les insectes ont leur pigment coloré en rose, et que ce pigment change de ton, en passant successivement par des nuances diverses pour arriver au jaune, en un temps plus ou moins long. L'apparition des teintes jaunes chez les jeunes et chez les adultes est donc en réalité une conséquence du vieillissement.

» Chose digne de remarque et qui indique bien que ces modifications de coloration des pigments sont l'expression des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse s'accomplissant lors des mues et de la métamorphose, c'est qu'après chacune de ces phases les Acridiens rejettent des excréments colorés en rose. Les dépouilles tégumentaires abandonnées à la suite de chaque mue sont incolores sur toutes les parties qui ne sont pas colorées en noir; les taches et les dessins noirs sont seuls indiqués. L'action de la lumière est manifeste, de jeunes Criquets pèlerins élevés à l'ombre, n'acquièrent jamais les teintes vives, d'un jaune citron, de leurs frères élevés en plein

soleil. Il est à observer que les Acridiens jeunes ou adultes, soumis à la dessiccation rapide par le feu ou plongés vivants dans l'alcool, redeviennent rouges; il y a là évidemment un phénomène de déshydratation qui fait reparaître les teintes primordiales ; la matière pigmentaire se dissout dans l'alcool et la solution se colore en rouge.

» Ces diverses particularités donnent lieu de supposer qu'on se trouve en présence de la *zoonérythrine*, ou d'un de ses dérivés, du groupe des *lipochromes* de Krukenherg; la zoonérythrine est cette substance colorante rouge découverte par C. de Meréjkowsky (1881), chez une foule d'Invertébrés, notamment chez les Crustacés, mais qu'il n'a pas signalée chez les Insectes, substance qui jouerait, d'après lui, chez les Invertébrés le même rôle que l'hémoglobine chez les Vertébrés ([1]).

» On voit par là combien offrirait d'intérêt l'étude des pigments des Insectes; l'examen histochimique et physiologique des modifications de coloration que subissent les pigments pendant la vie évolutive des animaux articulés définirait leur étroite corrélation avec les phénomènes d'accroissement et de transformation des tissus qui accompagnent les mues et la métamorphose. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Reveil et extinction de l'activité cambiale dans les arbres.* Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. Duchartre.

« Parmi les nombreuses questions que soulève l'étude de l'activité cambiale des arbres, il en est une particulièrement intéressante : c'est celle qui est relative à la marche de son réveil et de son extinction périodiques. Au sortir du repos hivernal, l'assise génératrice libéro-ligneuse se remet-elle à fonctionner en même temps dans toutes les régions d'un arbre, ou bien ne le fait-elle que successivement, et, dans ce cas, suit-elle une marche déterminée? D'autre part, à la fin de l'été, suspend-elle son activité simultanément dans tous les organes, ou successivement; et alors dans quel ordre? Enfin l'allure du réveil et de l'extinction n'est-elle pas

([1]) Il lui a donné tout d'abord le nom de *tétronérythrine* (*Comptes rendus*, décembre 1881), puis celui de *zoonérythrine* (*Bul. Soc. zool. de Fr.*, 1883; p. 81. — *Nouvelles recherches sur la* ZOONÉRYTHRINE *et autres pigments animaux.* — *Matériaux pour la connaissance des pigments animaux.* Saint-Pétersbourg, 1883. En russe).

sujette à varier? C'est pour résoudre ces questions que j'ai entrepris les recherches dont je vais exposer les résultats.

» Pour connaître la marche du réveil de l'activité cambiale dans toutes les régions d'un arbre, j'ai examiné des sujets d'espèces et d'âges différents (Chêne, Hêtre, Charme, Tilleul, Peuplier, Sapin), placés dans des situations variées, par conséquent de vigueurs végétatives fort diverses.

» 1° *Jeunes arbres de 25 ans et au-dessous, vivant en massif.* — Dans tous ces arbres, j'ai vu l'activité cambiale commencer par les pousses les plus jeunes des rameaux et de la tige; de là elle s'étendait, tantôt successivement, tantôt presque simultanément dans les parties plus âgées des branches, ainsi que dans les régions médiane et basse du tronc. Elle ne débutait dans les racines que dix à quinze jours plus tard, apparaissant d'abord à l'origine des plus grosses, puis dans les moyennes, enfin dans les radicelles. Si l'on regarde la partie inférieure du tronc comme la base de l'arbre, on peut donc dire que, dans la partie aérienne, la marche de l'activité cambiale était basipète, et basifuge dans la partie souterraine.

» 2° *Jeunes arbres vivant à l'état isolé.* — Les résultats de mes observations ont été à peu près les mêmes que pour les arbres en massif. Toutefois, j'ai constaté une particularité intéressante. Par suite de l'isolement, les branches étaient généralement assez développées et se reliaient au tronc par un renflement assez volumineux. Or, celui-ci était le siège d'un développement cambial presque simultané avec celui de l'extrémité.

» Dans les jeunes arbres, principalement quand ils vivent en massif, les anneaux ligneux sont souvent plus larges à la partie moyenne et supérieure qu'à la base. Il n'en est pas de même pour les individus plus âgés, surtout pendant la période de croissance maxima. Les branches et les racines ont atteint à cette époque un grand développement et presque toujours, sauf quand le massif est trop serré, les couches d'accroissement s'élargissent du haut vers le bas du tronc, ce qui atteste une grande activité de l'assise génératrice dans cette dernière région. Il était intéressant de savoir quelle est alors l'allure du réveil de l'activité cambiale. Dans ce but, j'ai examiné des arbres vivant isolément sur le parterre de coupes effectuées depuis quelques années; d'autres placés dans des massifs assez clairs pour que leurs accroissements ligneux fussent plus larges en bas; d'autres, enfin, situés dans des taillis de 25 à 30 ans, ayant par conséquent la cime au-dessus du massif, tandis que le tronc y était plongé. Chez tous ces arbres, j'ai trouvé que l'activité cambiale débutait dans la région basilaire et renflée du tronc presque en même temps qu'à l'extrémité des branches supérieures et dans le renflement d'insertion de celles-ci quand il y en avait un suffisamment prononcé. Elle ne se développait qu'ensuite

dans les branches basses de la cime. Plus tard elle apparaissait dans la partie médiane des branches et du tronc, plus tard encore dans les grosses racines, et enfin dans les radicelles. Les foyers de développement étaient donc multiples. Il en résultait que l'allure générale devenait ensuite, dans les rameaux comme dans le tronc, basipète à partir de l'extrémité, basifuge à partir de la base, tout en restant basifuge dans les racines.

» Quand la croissance des arbres est ralentie, soit parce qu'ils végètent sous le couvert (Sapins principalement), soit pour tout autre motif, les anneaux ligneux sont très étroits à la partie inférieure du tronc et des branches. J'ai constaté que dans ces individus l'activité cambiale se manifeste très tardivement, en commençant par l'extrémité des rameaux. La marche est donc basipète.

» De même qu'elle se réveille graduellement dans les diverses régions d'un arbre, l'activité cambiale s'y éteint progressivement à la fin de l'été, mais en suivant un autre ordre. Elle disparaît des rameaux avant de disparaître du tronc. Dans les arbres en massif, elle abandonne d'abord les branches basses, moins vigoureuses que celles de la cîme, et les parties basilaire et médiane de ces branches avant leur extrémité. C'est ensuite seulement qu'elle se retire des pousses supérieures. Dans les rameaux volumineux d'un arbre isolé, elle s'éteint plus tôt à l'extrémité qu'au milieu. C'est au niveau du renflement basilaire qu'elle persiste le plus longtemps. Dans le tronc elle s'arrête d'abord au sommet, puis au milieu et enfin à la base. Quand la végétation n'est pas très active, elle cesse au contraire plus tôt dans la région inférieure. Dans les racines elle se poursuit parfois quinze jours de plus que dans le tronc. On ne peut dire cependant que ce soit parce que le réveil y a été moins précoce, car avant de disparaître des grosses racines elle se retire des radicelles où, comme on l'a vu, elle se manifeste plus tard encore. C'est dans la portion du tronc située immédiatement au-dessous du sol que l'activité cambiale se confine en dernier lieu. Tandis que dans la partie aérienne de l'arbre elle s'éteint de haut en bas, c'est de bas en haut qu'elle quitte la partie souterraine. La souche étant la région par où l'activité cambiale débute et par où elle finit est donc celle où elle se maintient le plus longtemps. C'est ce qui explique le grand développement que les couches ligneuses y acquièrent quand les sujets sont vigoureux.

» On voit que c'est dans les régions du tronc où l'activité végétative est la plus prononcée, soit parce qu'elles sont les plus jeunes, soit parce qu'elles sont le mieux nourries, que se réveille d'abord l'activité cambiale

(extrémités des branches et de la cime, renflements basilaires des rameaux, parties inférieures du tronc des arbres vigoureux). C'est là aussi, que, en général, elle s'éteint en dernier lieu. Par contre, dans toutes les circonstances où la végétation est ralentie, nous voyons l'activité cambiale se manifester tardivement et s'arrêter plus tôt (régions inférieures des branches et du tronc dans les arbres en massif, sujets dominés, etc.). Entre la durée de l'activité cambiale et son intensité, il y a donc une relation manifeste. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les vacuoles plasmogènes du nucléole dans l'endosperme du Phaséolus*. Note de M. **Ch. Decagny**. (Extrait.)

« Les faits que j'ai décrits à l'Académie, en 1890, particuliers au nucléole des *Spirogyra* se reproduisent d'une manière beaucoup plus visible dans le nucléole du noyau cellulaire de l'endosperme du *Phaseolus*. Il est facile de s'en assurer sur des endospermes de *Phaseolus* durcis par l'alcool absolu ou le liquide de Flemming, extraits d'ovules de 1^{mm} à 5^{mm} de long, colorés par le picrocarminate ou le mélange violet obtenu à l'aide de la fuchsine et du vert de méthyle, et montés enfin dans la glycérine additionnée des mêmes couleurs. . . . .

» *Conclusions*. — L'observation du nucléole dans l'endosperme du *Phaseolus* ou chez le *Spirogyra*, montre qu'il produit des vacuoles *plasmogènes*, contenant en dissolution une substance qui se solidifie au contact du suc nucléaire et du suc cellulaire. Cette substance, solidifiée sous forme de membrane, possède les propriétés physiques : homogénéité, transparence, indice de réfraction ; et les propriétés chimiques révélées par les réactifs et les couleurs, de la membrane nucléaire, de la couche membraneuse du protoplasma et des fils achromatiques qui prennent naissance dans la division indirecte du noyau.

» C'est donc dans le nucléole et, par conséquent, dans le noyau, et non dans le cytoplasme, qu'il faut rechercher l'origine des substances plasmiques, comme la membrane nucléaire, les fils achromatiques, et celles qui présentent les mêmes réactions et les mêmes propriétés. »

GÉOGRAPHIE ET GÉOLOGIE. — *Superficies absolues et répartition relative des terrains occupés par les principaux groupes géologiques.* Note de M. le général **Alexis de Tillo**, présentée par M. Daubrée.

« Depuis l'apparition en 1875 de la seconde édition de la Carte géologique de la Terre par M. J. Marcou, les explorations géologiques ont pris un développement si rapide que les continents asiatique et africain, encore blancs sur la Carte de M. J. Marcou, se trouvent aujourd'hui recouverts de teintes géologiques, l'Asie sur les $\frac{2}{3}$ et l'Afrique sur les $\frac{3}{5}$ de leurs superficies entières. L'Institut de Perthes vient d'achever la série des Cartes géologiques générales pour l'Europe à l'échelle de 1 : 15000000 et pour les autres continents à l'échelle de 1 : 30000000. Cette publication est comme un sommaire de nos connaissances sur la répartition des terrains des principales ères géologiques sur la surface du globe vers l'année 1890.

» Les $\frac{3}{4}$ à peu près de la surface des terres étant déjà étudiés, il est important, sous un point de vue géographique, de poser la question sur la répartition absolue et relative des différentes superficies géologiques.

» Dans ce but, j'ai exécuté sur les Cartes susnommées un long travail planimétrique, en tenant compte du retrait du papier et de la déformation des projections pour obtenir les superficies vraies. Ces corrections ont été déterminées en mesurant systématiquement les aires contenues entre deux méridiens et deux parallèles de 10° à 10°. En dernier lieu, pour contrôler mes calculs, je me suis servi de la comparaison des superficies attribuées à chaque continent d'après les données généralement admises, avec celles qui ont été obtenues par moi. La plus grande discordance n'a été que de 1 pour 100, pour l'Afrique. Voici mes résultats en nombres absolus et relatifs :

Superficies en millions de kilomètres carrés, des terrains géologiques.

Groupe.	Europe.	Asie.	Afrique.	Océanie.	Amérique du Nord.	Amérique du Sud.	Tous les continents.
Primitif (archéen)	2,04	5,24	3,36	1.25	5,03	2,93	19,85
Primaire (paléozoïque)	1,65	5,71	2,72	0,75	4,23	2,12	17,18
Secondaire (mésozoïque)	2,84	3,20	5,33	1,29	3,44	3,75	19,85
Tertiaire	1,45	2,70	0,62	0,82	1,74	1,38	8,71

Groupe.	Europe.	Asie.	Afrique.	Océanie.	Amérique du Nord.	Amérique du Sud.	Tous les continents.
Quaternaire	1,73	8,04	4,21	0,20	1,34	3,65	19,17
Sables des déserts	»	3,21	1,52	1,63	»	0,99	7,35
Glaciers	0,06	0,15	0,00	0,00	1,62	0,11	1,94
Roches éruptives modernes	0,12	1,39	0,41	0,30	1,01	0,73	3,96
Iles coralliennes	»	»	»	0,02	»	»	0,02
Partie explorée	9,89	29,64	18,17	6,26	18,41	15,66	98,03
Partie non explorée (¹)	0,02	13,54	11,85	3,38	5,27	2,10	36,16
Superficie totale des continents (²)	9,91	43,18	30,02	9,64	23,68	17,76	134,19

Superficies des terrains géologiques en nombres relatifs, *l'étendue explorée des continents étant prise égale à cent.*

Groupe.	Europe.	Asie.	Afrique.	Océanie.	Amérique du Nord.	Amérique du Sud.	Tous les continents.
Primitif (archéen)	20,6	17,7	18,4	20,0	27,2	18,7	20,3
Primaire (paléozoïque)	16,7	19,3	15,0	12,0	22,9	13,5	17,5
Secondaire (mésozoïque)	28,6	10,8	29,4	20,6	18,7	24,0	20,2
Tertiaire	14,7	9,1	3,4	13,1	9,5	8,8	8,9
Quaternaire	17,5	27,2	23,2	3,2	7,3	23,4	19,6
Sables des déserts	»	10,7	8,4	26,0	»	6,3	7,5
Glaciers	0,6	0,5	0,0	0,0	8,9	0,7	2,0
Roches éruptives modernes	1,3	4,7	2,2	4,8	5,5	4,6	4,0
Iles coralliennes	»	»	»	0,3	»	»	»
Sommes	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» Ce qui frappe d'abord dans ce Tableau, c'est la répartition identique des terrains primitifs (archéens) qui occupent, dans cinq continents, de 18 à 21 pour 100 et, dans l'Amérique du Nord, 27 pour 100 du tout.

» La superficie des roches tertiaires est dans tous les continents sensiblement plus faible que celle des terrains primitifs et secondaires. Le groupe paléozoïque occupe un peu moins de superficie que le groupe archéen dans tous les continents, et en Asie il y en a à peu près la même quantité. Le groupe mésozoïque est plus inégalement représenté ; mais, pour tout le globe exploré, on voit que les terrains primitifs, et de même les

(¹) Les terres arctiques ont été ajoutées à l'Amérique du Nord, les terres antarctiques à l'Océanie.

(²) Sans lacs et mers intérieures. D'après H. Wagner, la superficie de la terre ferme est égale à 135,49 millions de kilomètres carré. La différence en plus de 1,3 million de kilomètres carrés provient des nappes d'eau intérieures.

terrains secondaires, ont une part de 20 pour 100, et le groupe paléozoïque une perte de 17 pour 100, tandis que les terrains tertiaires n'occupent que 9 pour 100 du tout.

» La répartition des superficies géologiques est surtout assez concordante quand on compare les continents combinés en deux mondes, en comprenant l'Océanie avec l'Europe-Asie et l'Afrique.

» Dans ces limites, l'ancien monde possède 19 pour 100 de terrains archéens, 17 pour 100 paléozoïques, 20 pour 100 mésozoïques, 9 pour 100 tertiaires, 22 pour 100 quaternaires, 10 pour 100 de sables, 4 pour 100 de roches éruptives modernes; et le nouveau monde (Amérique du Nord et du Sud) possède 23 pour 100, 19 pour 100, 21 pour 100, 9 pour 100, 15 pour 100, 3 pour 100 et 5 pour 100 dans le même ordre des groupes, et 5 pour 100 de glaciers.

» Dans l'Amérique du Nord, la grandeur des superficies suit tout à fait l'ordre de l'âge des groupes : archéen, 27 pour 100; paléozoïque, 23 pour 100; mésozoïque, 19 pour 100; tertiaire, 9 pour 100 et quaternaire, 7 pour 100.

» La similitude entre l'Afrique et l'Amérique du Sud est assez évidente.

» Pour l'intelligence des régions non explorées géologiquement, j'ai composé le Tableau suivant :

Régions non explorées géologiquement.

	Millions de kilomètres carrés.		En nombres relatifs, la superficie entière du continent étant = 100.	
Asie	13,5	Afrique	39	Toute la Terre : 27 pour 100. »
Afrique	11,8	Océanie ([1])	35	
Amérique du Nord	5,3	Asie	31	
Océanie	3,4	Australie seule	23	
Amérique du Sud	2,1	Amérique du Nord	22	
		Amérique du Sud	12	

HYDROLOGIE. — *Recherches sur la nature des eaux et des vases du lac d'Annecy.* Note de M. **L. Duparc**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une précédente Note, MM. Delebecque et Legay ([2]) ont fait connaître en détail la topographie du lac d'Annecy. Le présent travail a

([1]) Avec les terres antarctiques.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 1000.

pour objet l'étude détaillée de ses eaux, de celles de ses affluents et des vases du fond. Il a été effectué sur les nombreux matériaux mis à ma disposition par ces auteurs.

» Les eaux du lac d'Annecy sont très pures et différentes de celles du Léman, analysées comme terme de comparaison. Elles contiennent surtout du carbonate de chaux et un peu de carbonate de magnésie, tandis que les alcalis et les sulfates, dosables dans le Léman, y font défaut, comme on le voit dans les analyses comparatives ci-dessous :

	Lacs	
	d'Annecy.	Léman.
Résidu fixe	0,1511	0,1775
CO^2 total	0,1475	non dosés
CO^2 libre	0,0851	
SiO^2 et silicates	0,0039	0,0048
CaO	0,0693	0,0641
MgO	0,0073	0,0106
SO^3	traces	0,0383
K^2O	traces	0,0018
Na^2O	traces	0,0027
Cl	0,0010	0,0012
$(Fe\,Al)^2O^3$	traces	0,0005

» Ces différences s'expliquent par les conditions pétrographiques des bassins de ces deux lacs, et par le caractère de leurs affluents. Les sulfates des eaux du Léman proviennent des gypses du trias qui affleurent en plusieurs points de son bassin, tandis qu'ils manquent dans celui du lac d'Annecy; les alcalis tirent leur origine de la trituration des roches feldspathiques roulées par les eaux du Rhône, affluent du Léman provenant d'un massif cristallin, tandis qu'aucun massif de cette nature n'existe dans le bassin du lac d'Annecy ([1]).

» L'alimentation du lac se fait par quatre procédés qui sont les suivants :

I. *Les ruisseaux et torrents.* — Ceux-ci, au nombre de dix-sept, ont été étudiés,

---

([1]) Le cube de ce dernier est de 1123500000^{mc}. Au titre moyen de 0,1511, on trouve 169760850^{kg} pour le total des matières dissoutes dans les eaux du lac, ce qui, à la densité de 2,2, correspond à 77164^{mc}, soit à un cube de 42^{m} à 43^{m} de côté. Le débit de l'émissaire étant connu et égal à 10^{mc},74 par seconde, on peut calculer la quantité de substances enlevées annuellement par dissolution sur l'étendue du bassin du lac. Le calcul donne 51177062^{kg}, soit le tiers environ du total contenu dans le lac.

en hiver et en été, en déterminant pour chacun la quantité des matériaux dissous dans 500^{cc}. Les prises d'eaux ont été faites le même jour pour tous les torrents. Les eaux d'hiver renferment de 0,1790 à 0,2194 de résidu fixe par litre; les eaux d'été de 0,1530 à 0,2044.

» La teneur des divers affluents est fort différente. Ainsi deux ruisseaux très voisins, à Veyrier, contiennent, l'un 0^{gr},2174, l'autre 0^{gr},1824. De plus, *tous les torrents sans exception sont plus riches en éléments dissous que les eaux du lac.* Ce fait paraît général; je le vérifie en ce moment d'une manière encore plus évidente sur les lacs d'Aiguebelette et de Paladru qui titrent 0,1549 et 0,1680 par litre, tandis que leurs affluents renferment en moyenne de 0,22 à 0,25. Enfin les eaux d'été paraissent moins chargées en matières solubles que celles d'hiver. La différence est assez constante et égale à 0,02 environ. Ce dernier résultat est analogue à celui que j'ai trouvé pour l'Arve et que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie ([1]).

» II. *Sources qui débouchent à l'air libre.* — Elles sont de minime importance. On en compte trois formant ensemble les $2\frac{1}{2}$ pour 100 de l'apport total; elles renferment de 0^{gr},1834 à 0^{gr},2514 par litre.

» III. *Sources qui sourdent sur le fond du lac.* — MM. Delebecque et Legay ([2]) ont prouvé par des sondages thermométriques l'existence d'une source plus chaude que les eaux du lac, le Boubioz, qui jaillit du fond d'un entonnoir. L'analyse a confirmé les résultats des sondages. Deux déterminations faites sur des eaux puisées à 71^{m} et 80^{m}, ont donné 0^{gr},1624 et 0^{gr},1730 de résidu fixe par litre. Le Boubioz est donc une source plus riche en éléments dissous que les eaux du lac. Le chiffre de 0,1730 n'est pas définitif, car nous n'avons eu qu'un mélange de l'eau de la source avec celle du lac. De plus, la différence de 0,01, observée sur deux prises faites à une distance de quelques mètres, montre une rapide diffusion des eaux de la source et implique un faible débit de celle-ci.

» IV. *Pluies qui tombent à la surface du lac et condensation de la vapeur d'eau.* — Une moyenne de neuf ans d'observation assigne 1^{m},32 à la quantité de pluie tombée annuellement. Connaissant, d'autre part, la surface du lac (27^{kmq},00), le cube du lac et le débit de l'émissaire, on trouve par un calcul très simple que, en supposant nulles la condensation de la vapeur d'eau et l'évaporation, la quantité d'eau de pluie renfermée dans le lac serait de 117 990 000^{mc}, soit le dixième environ du cube du lac. Mais cette quantité est certainement bien supérieure à celle qui existe réellement. Car, dans nos contrées, toute nappe d'eau qui ne s'alimente que par les pluies tombées à sa surface finit par se dessécher. Dès lors, il est clair que l'évaporation balance au moins la condensation et les pluies réunies et que les eaux du lac sont le produit exclusif, peut-être même concentré, des deux premiers modes d'alimentation *ruisseaux et sources* (en négligeant le Boubioz). Comme nous connaissons la teneur moyenne de chaque affluent ainsi que sa part respective dans l'apport total, on pourra calculer le titre que devraient avoir les eaux du lac. Le calcul donne 0,20 de résidu fixe par litre au lieu de 0,1511 observé.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXIII, p. 235.
([2]) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 897.

» Il y a donc un appauvrissement de 0,05 environ qui peut l'expliquer. On peut recourir pour cela à plusieurs hypothèses qui sont les suivantes :

» 1° Les eaux des affluents sont diluées par les pluies tombant à la surface. Cette hypothèse est inadmissible, après ce qui a été dit de l'évaporation. D'autre part, en admettant même que celle-ci fût nulle, les eaux des affluents seraient diluées au dixième par les pluies, ce qui en porterait le titre à 0,18, chiffre trop considérable.

» 2° Les eaux des affluents sont appauvries par une précipitation chimique des carbonates. Je n'ai pas pu trouver dans les sédiments les traces d'une telle précipitation qui est, d'ailleurs, tout à fait invraisemblable, étant données la température basse et la richesse en acide carbonique des eaux des lacs.

» 3° Les eaux des affluents sont décalcifiées dans le lac par la vie organique. C'est le procédé, à mon avis, le plus rationnel.

» La vie végétale et animale est très développée dans le lac d'Annecy, et, soit sur la *beine*, soit contre les parois du roc de Chère, on trouve d'abondants dépôts tufacés produits par des algues, démontrant ainsi la vraisemblance de ce procédé. J'ai calculé que, dans cette hypothèse, la vie organique du lac d'Annecy absorberait environ 17000000^{kg} de matières par an.

» *Composition des vases du fond.* — Elle a été étudiée sur 39 échantillons dragués dans les principales régions du grand et du petit lac.

» Dans le petit lac, les boues renferment 37 à 47 pour 100 de silice et silicates (calcinés) insolubles dans les acides, 1 à 3 pour 100 d'oxydes de fer et albumine, 47 à 55 pour 100 de carbonate de chaux, 1 à 2 pour 100 de carbonate de magnésie et 2 à 4 pour 100 de matières volatiles (eau, matières organiques, etc.)

» Dans le grand lac, les oscillations sont beaucoup plus fortes par suite des perturbations causées dans la sédimentation par les torrents latéraux. La plus forte quantité de résidu insoluble, soit 65 pour 100, a été rencontrée à l'embouchure du Laudon, la plus faible, soit 15 pour 100, un peu au nord de Létraz. Sur la rive est, entre 70^m et 400^m de la côte, les boues renferment de 32 à 38 pour 100 d'argile et de silicates ; au milieu du grand lac, on en trouve 30 à 34 pour 100 ; sur la rive ouest, les chiffres sont beaucoup plus variables et oscillent entre 15, 28, 32 et 64 pour 100. »

M. **Pellerin** adresse une Note relative à une modification à apporter aux dispositions usitées pour les électro-aimants.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 janvier 1892.

Leçons sur la tuberculose et certaines septicémies, par S. Arloing. Paris, Asselin et Houzeau, 1892; in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Recherches sur la rotation du Soleil, par N. C. Dunér. Upsal, 1891; broch. in-4°.

Anales de la oficina meteorologica Argentina, por su director Gualterio G. Davis; tomo VIII. Buenos Aires, 1890; in-4°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London. (*A*), (*B*), *for the year MDCCCXC;* vol. 181, Londres; 2 vol. in-4°.

General description of the principal triangulation of the South-West quadrilateral including the simultaneous reduction and the details of its component series, 1891; in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologia indica, being figures and descriptions of the organic remains procured during progress of the geological Survey of India. Calcutta, 1891; in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India, vol. XXIII. Griesbach : *Geology of the central Himalayas.* Calcutta; gr. in-8°.

United States Commission of fish and fisheries. Part. XV : *Report of the commissioner for* 1887. Washington, 1891; in-8°.

Second geological Survey of Pensylvania Report of progress. F^3 1888-1889, avec atlas, 1888-1889. Harrisburg, 1891; in-8°.

Revista del Museo de la Plata, dirigida por Francisco P. Moreno. Tomo I. La Plata, 1890-1891; gr. in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh, vol. XXXIV et XXXVI, 1890-1891. Edinburg; 2 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 janvier 1892.

L'aluminium, par Adolphe Minet. Paris, B. Tignol; in-8°.

Méthode pour chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes, par A. Hermann. Paris, Hermann, 1892; broch. in-8°.

Fennia, 4. Bulletin de la Société de Géographie de Finlande. Helsingfors, 1891, in-8°.

Theoria geometrica delle restituzioni prospettive per immagini date sopra superficie curve. Nota del prof. Stanislas Vecchi. Parma, 1891; broch. gr. in-8°.

Smithsonian miscellaneous collections : Catalogue of minerals with their formulas, etc. etc., by I. Egleston. Washington, 1863; broch. in-8°.

List of the coleoptera of North America, by John L. Leconte, M. D. Part I. Washington, 1863; broch. in-8°.

New species North American coleoptera, by John L. Leconte, M. D., Part I. Washington, 1863; broch. in-8°.

List of the institutions libraries, colleges and others establishments in the United States in corespondence with the Smithsonian Institution. Washington, 1872; in-8°.

Catalogue of publications of the Smithsonian Institution (1846-1882), by William J. Rhees. Washington, 1882; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er février 1892.

Tables du point auxiliaire pour trouver rapidement la hauteur et l'azimuth estimés, par F. Souillagouet. Paris, Challamel, 1892; gr. in-8°. (Présenté par M. de Jonquières.)

Association française pour l'avancement des Sciences; 20e section. Marseille, 1891; in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Hernies, par le Dr Paul Berger; in-8°. (Présenté par M. le Bon Larrey.)

Traité de pathologie spéciale et de thérapeutique des maladies internes, par le Dr Joseph Schramme. Paris, Savy, 1892; 2 vol. in-8°.

Cours de Physique, par J. Violle, t. II, 2e Partie : *Optique géométrique.* Paris, Masson, 1892; in-8°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le contre-amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire. — *Observations de* 1884. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891; in-4°.

Annuaire géologique universel. Revue de Géologie et Paléontologie, dirigée par Dr L. Carez et H. Douvillé. Année 1890, t. VII, 2e fasc. Paris, 1892; in-8°.

Almanach de l'abbé Fortin pour 1892. Paris; in-18.

Presby-optomètre pour la détermination de l'acuité visuelle et de la presbytie, par A. Gauthier. Paris, broch. in-8°.

Publicationen für die internationale Erdmessung, astronomische Arbeiten der osterreichischen Gradmessungs-Commission. Ausgefürth und herausgegeben von Professor Dr Wilhelm Tinter. Wien, 1891; in-4°.

Smithsonian contributions to knowledge. Meteorological observations made at Providence, R. I., etc., by Alexis Caswel. Washington City, 1860; in-4°.

Discussion of the magnetic and meteorological observations. Part II, by A. D. Bache, L. L. D. Washington City, 1862; in-4°.

Appendix. Publications of learned societies and periodicals in the library of the Smithsonian Institution. Part II; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 janvier 1892.)

Note de M. *H. Resal*, Sur les propriétés de la loxodromie d'un cône de révolution, etc. :

Page 148, ligne 8, *au lieu de* xOy, *lisez* la tangente au parallèle.

Page 151, ligne 4 en remontant, *au lieu de* Le rapport des, *lisez* Le rapport des longueurs des.

Note de M. *E. Chuard*, Sur l'existence des phénomènes de nitrification :

Page 183, ligne 19, *au lieu de* $CuCO^3$, *lisez* $CaCO^3$.

Page 183, ligne 20, *au lieu de* 00,81, *lisez* 0,081.

Note de MM. *F. Jolyet* et *H. Viallanes* :

Page 189, *remplacer* le titre de la Communication par le suivant : *Recherches sur le système nerveux accélérateur et modérateur du cœur des Crustacés.*